

**RAVINNETASEET**  
**MAATALOUDEN VESISTÖKUORMITUKSEN**  
**ARVIOINTIKEINONA**

Jaana Marttila

Pro gradu -tutkielma  
Helsingin yliopisto  
Bio- ja ympäristötieteiden laitos  
Akvaattiset tieteet /limnologia  
Syyskuu 2005

# TIIVISTELMÄ

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty <b>Biotieteellinen tiedekunta</b>		Laitos – Institution – Department <b>Bio- ja ympäristötieteiden laitos</b>	
Tekijä – Författare – Author <b>Jaana Marttila</b>			
Työn nimi – Arbetets titel – Title <b>Ravinnetaseet maatalouden vesistökuormituksen arviointikeinona</b>			
Oppiaine – Läroämne – Subject <b>Limnologia</b>			
Työn laji – Arbetets art – Level <b>Pro gradu -tutkielma</b>	Aika – Datum – Month and year <b>Syyskuu 2005</b>	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages <b>69</b>	
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p>Tässä työssä tutkittiin 28 maitotilan ravinnevirtoja yhden vuoden ajan laskemalla typen, fosforin ja kaliumin taseet peltoviljelylle (peltotase), karjalle (karjan tase) sekä koko tilalle (tilatase). Laskelmilla selvitettiin kokonaisravinteiden lisäys, poisto, tase ja hyötysuhde, ravinteiden kulkeutumiseen vaikuttavat tekijät sekä ravinnevirtojen keskinäinen merkitys. Tutkittiin, voiko ravinnetaselaskelmien avulla tunnistaa vesistökuormituksen riskialueet, tehostaa ravinteiden hyödyntämistä ja vähentää rehevöityvien ravinteiden ylijäämää maataloudessa. Selvitettiin, vaikuttavatko ravinnetaseiden muutokset maatalouden vesistökuormitukseen ja voiko kuormitusta ennustaa ravinnetaseiden perusteella.</p> <p>Maitotilojen pelloille kertyi tarkastelujakson aikana keskimäärin 69 kg ha<sup>-1</sup> typpiylijäämää, 11 kg ha<sup>-1</sup> fosforiyljäämää ja 1 kg ha<sup>-1</sup> kaliumylijäämää. Noin 2/3 peltojen typpi- ja fosforilannoituksesta ja puolet kaliumlannoituksesta oli peräisin kemiallisista ostolannoitteista. Mitä voimakkaammin peltoja lannoitettiin, sitä suurempaa oli ylijäämä. Karjan taseessa typpiylijäämää syntyi tilaa kohti keskimäärin 109 kg ey<sup>-1</sup>, fosforiyljäämää 16 kg ey<sup>-1</sup> ja kaliumylijäämää 107 kg ey<sup>-1</sup> vuodessa. Suurin osa rehujen ravinteista oli peräisin tilan omilta pelloilta. Mitä voimakkaampaa oli karjan ruokinta, sitä suurempi oli lehmien maitotuotos ja sitä enemmän ravinteita päätyi karjanlantaan. Tilataseissa typpiylijäämää kertyi yhdelle tilalle keskimäärin 120 kg ha<sup>-1</sup> (5 000 kg tila<sup>-1</sup>), fosforiyljäämää 15 kg ha<sup>-1</sup> (650 kg tila<sup>-1</sup>) ja kaliumylijäämää 46 kg ha<sup>-1</sup> (2 000 kg tila<sup>-1</sup>) vuodessa. Mitä enemmän tiloille ostettiin lannoitteita ja rehuja, sitä suurempaa oli ylijäämä. Tilatasolla tyydestä ja kaliumista hyödynnettiin keskimäärin 21 - 23 % ja fosforista n. 30 %. Tilojen ja peltolohkojen välinen vaihtelu ravinteiden hyödyntämisessä oli voimakasta.</p> <p>Ravinteiden tase kuvasi pelloille, karjanlantaan ja tiloille kertyvää ravinteiden määrää ja vesistökuormitusriskiä tarkemmin kuin hyötysuhde. Tilatase kuvasi ravinteiden yleistä hyödyntämistä maataloilla, pelto- ja karjan taseiden avulla tunnistettiin tilan sisäiset kuormitusriskialueet ja karjan ruokinnan voimakkuus. Tärkeimmät syyt suuriin ravinneylijäämiin olivat peltojen voimakas lannoitus ja karjan voimakas ruokinta, karjanlannan tehon hyödyntäminen peltojen, erityisesti laidunten, lannoituksessa sekä kasvukauden kuivuus, joka pienensi satoja osalla tiloista. Paras keino ylijäämien vähentämiseen olisi karjanlannan tehokkaampi hyödyntäminen lannoitussuunnittelussa. Sen myötä kemiallisten lannoitteiden käyttöä ja tiloille tulevaa ravinnemäärää olisi mahdollista vähentää.</p> <p>Ravinnetaseet eivät sellaisenaan kuvaa vesistökuormituksen määrää lyhyellä aikavälillä. Ravinneylijäämien muutosten perusteella vesistökuormituksen riskiä ja yleistä tasoa voidaan kuitenkin arvioida. Tulevaisuudessa ravinnetaseita voitaisiin käyttää mm. kuormituksen mallintamisen ja ravinneylijäämien vähentämisen apuna. Ympäristön kannalta sopivan ravinneylijäämän sekä ravinnetaseiden ja vesistökuormituksen välisen yhteyden selvittämiseksi tarvitaan jatkossa lisää tutkimuksia.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords <b>Ravinnetase, typpi, fosfori, kalium, vesistökuormitus, rehevöityminen, maidontuotanto</b>			
Säilytyspaikka – Förvaringsställe – Where deposited <b>Viikin tiedekirjasto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos /limnologia</b>			
Muuta tietoa – Övriga uppgifter – Additional information			

# SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
TIIVISTELMÄ.....	1
1. JOHDANTO.....	4
1.1 Maatalouden vesistökuormitus.....	4
1.2 Ravinteiden käyttö ja kulkeutuminen.....	4
1.3 Maatalouden ravinnetaseet.....	7
1.4 Tutkimuksen tavoitteet.....	8
2. AINEISTO JA MENETELMÄT.....	8
2.1 Ravinnetaselaskelmien toteutus.....	8
2.2 Peltotaseen laskenta.....	9
2.3 Karjan taseen laskenta.....	13
2.4 Tilataseen laskenta.....	15
3. TULOKSET.....	16
3.1 Peltotaseet.....	16
3.1.1 Lohkokohtaiset peltotaseet.....	16
3.1.1.1 Lohkojen viljelytiedot.....	16
3.1.1.2 Eri viljelykasvien taseet.....	17
3.1.1.3 Taseet eloperäisillä ja kivennäismailla.....	22
3.1.1.4 Taseet nurmen eri satotasoilla.....	23
3.1.1.5 Taseet viljan eri satotasoilla.....	25
3.1.2 Tilakohtaiset peltotaseet.....	27
3.1.2.1 Tilojen viljelytiedot.....	27
3.1.2.2 Tilakohtaiset peltojen typpitaseet.....	27
3.1.2.3 Tilakohtaiset peltojen fosforitaseet.....	29
3.1.2.4 Tilakohtaiset peltojen kaliumtaseet.....	31
3.1.3 Peltotaseet sademääriltään erilaisilla alueilla.....	33
3.1.3.1 Alueiden viljelytiedot.....	33
3.1.3.2 Typpitaseet eri alueilla.....	33
3.1.3.3 Fosforitaseet eri alueilla.....	34
3.1.3.4 Kaliumtaseet eri alueilla.....	35
3.2 Karjan taseet.....	36
3.2.1 Ruokinnan ja eläinten tiedot.....	36
3.2.2 Karjan typpitase.....	37
3.2.3 Karjan fosforitase.....	39
3.2.4 Karjan kaliumtase.....	41
3.3 Tilataseet.....	42
3.3.1 Ravinteiden osto- ja myyntitiedot.....	42
3.3.2 Tilan typpitase.....	43
3.3.3 Tilan fosforitase.....	45
3.3.4 Tilan kaliumtase.....	47

4. TULOSTEN TARKASTELU .....	50
4.1 Peltöjen ravinnetaseet .....	50
4.2 Karjan ravinnetaseet .....	53
4.3 Tilojen ravinnetaseet.....	55
4.4 Ravinnetaseiden ja vesistökuormituksen väliset yhteydet.....	58
4.5 Ravinnetaseiden käyttö tulevaisuudessa.....	60
5. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	61
KIIITOKSET .....	62
KIRJALLISUUSLUETTELO .....	63
LIITTEET	

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Maatalouden vesistökuormitus

Valtaosa vesistöjä rehevöittävästä ravinnekuormituksesta on Suomessa peräisin maataloudesta. Ravinnevalumia tulee vesistöihin enimmäkseen pelloilta hajakuormituksena, jota on vaikeaa paikantaa ja hallita (mm. Rekolainen ym. 1992, Vuorenmaa ym. 2002). Ravinteita kulkeutuu ympäristöön myös mm. kotieläinten jaloittelualueilta, lanta-varastoista ja maitohuoneiden jätevesien mukana (Uusi-Kämpä ym. 2003).

Maatalouden vesistökuormitusta on pyritty vähentämään jo pitkään. Vuosina 1975 – 1985 toteutetun vesiensuojelun periaateohjelman aikana huomattiin rehevyyshaittojen lisääntyneen, vaikka asutuksen ja teollisuuden jätevesien puhdistaminen tehostui. Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa vuoteen 1995 oli tavoitteena vähentää maatalouden ravinnekuormitusta mm. siten, että vesistöjen rehevöityminen pysähtyy ja säilörehun puristenesteen aiheuttamat kalakuolemat loppuvat (Vesiasiain neuvottelukunta 1986). Vesiensuojelun tavoiteohjelmassa vuoteen 2005 taas oli tavoitteena vähentää kuormitusta vähintään 50 % vuosien 1990 - 1993 tasosta (YM 1998), joka oli keskimäärin 1,1 kg ha<sup>-1</sup> fosforia ja 15 kg ha<sup>-1</sup> typpeä (Vuorenmaa ym. 2002). Kuormitus ei tavoitteista huolimatta ole vähentynyt, vaan paikoin jopa kasvanut, ja rehevyyshaitat ovat osassa vesistöjä lisääntyneet (Vuoristo ym. 2002, Ekholm ym. 2004, Räike ym. 2004, Granlund ym. 2005).

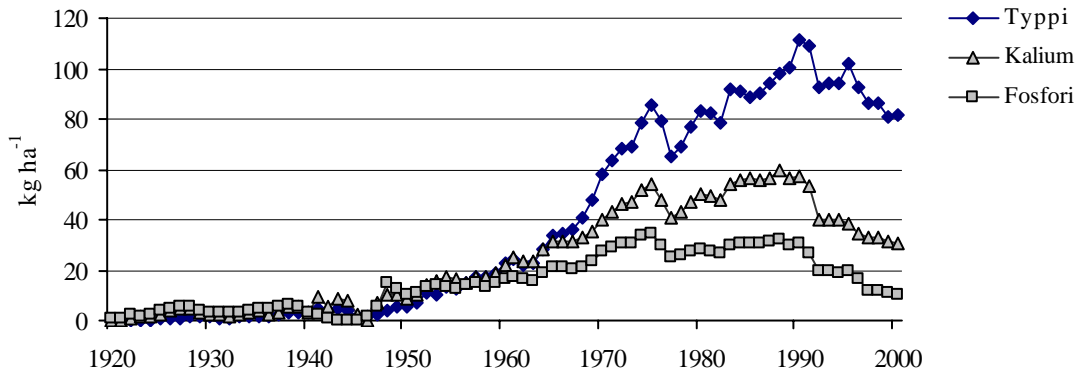
Maataloudesta tulevaa kuormitusta on viimeisten kymmenen vuoden ajan pyritty vähentämään erityisesti ympäristötukijärjestelmän (MMM 646/2000, 647/2000, VNa 644/2000) ja ns. nitraattiasetuksen (VNa 931/2000) avulla. Viljelytoimenpiteet ovat muuttuneet ympäristöystävällisemmiksi, kun mm. lannoitteiden käyttöä on vähennetty, peltojen kasvipeitteisyyttä kasvukauden ulkopuolella on lisätty ja pelloille on perustettu suojavyöhykkeitä ja kosteikkoja. Samaan aikaan viljely on kuitenkin yksipuolistunut ja esimerkiksi suuremmat lannoitusmäärät salliva ns. tarkennettu lannoitus on yleistynyt (Palva ym. 2001, Pyykkönen ym. 2004). Vesiensuojelun kannalta kuormituksen vähentäminen on ollut riittämätöntä (Granlund ym. 2005).

## 1.2 Ravinteiden käyttö ja kulkeutuminen

Maataloudessa käytetään lannoitteita sadon määrän ja laadun parantamiseksi. Kasvien tarvitsemista ravinteista lannoitteet sisältävät yleensä eniten typpeä, kaliumia ja fosforia (Kemira GrowHow 2003). Typpeä kasvit tarvitsevat runsaasti mm. solujen ja niiden osien rakennusaineeksi, aineenvaihduntaan ja entsyymitoimintaan sekä nukleiinihappojen (DNA, RNA) osaksi. Fosforia kasvit tarvitsevat elintoimintoihinsa ja aineenvaihduntaansa, erityisesti energian varastointiin ja vapauttamiseen. Kalium säätelee solujen osmoottista painetta ja suolapitoisuutta ja vaikuttaa näin mm. kasvien vesitalouteen, yhteyttämiseen ja kylmänkestävyyteen. Kalium myös aktivoi entsyymien toimintaa (Mengel & Kirkby 2001).

Kemiallisten lannoitteiden käyttö alkoi yleistyä Suomessa 1940-luvun lopulla, ja lannoiteravinteiden myynti pääsääntöisesti kasvoi 1990-luvun alkuun saakka (kuva 1).

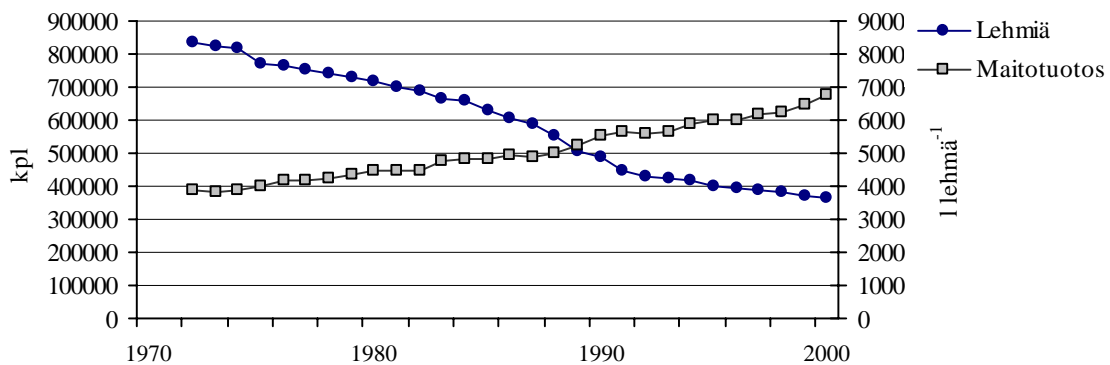
Lannoitetyyppä käytettiin 2000-luvun alussa keskimäärin n. 80 kg ha<sup>-1</sup>, saman verran kuin 1970-luvun puolivälissä ja 1980-luvun alussa. Kaliumin käyttömäärä oli keskimäärin n. 30 kg ha<sup>-1</sup> ja fosforin 10 kg ha<sup>-1</sup> (Kemira GrowHow 2003). Kemiallisten lannoitteiden lisäksi peltoja lannoitettiin mm. karjanlannalla. Vuonna 2000 peltojen lannoitukseen käytettiin yhteensä n. 150 kg ha<sup>-1</sup> typpeä ja 20 kg ha<sup>-1</sup> fosforia (Salo ym. 2004a, MMM 2004).



Kuva 1. Lannoitteiden sisältämän typen, kaliumin ja fosforin myynti kasvinviljelyyn vuosina 1920 - 2000 (Kemira GrowHow 2003).

Kasvien tavoin myös eläimet tarvitsevat ravinteita. Typeä ne tarvitsevat mm. solujen rakennusaineeksi, elintoimintojen ylläpitoon ja kasvuun sekä jälkeläisten ja maidon tuotantoon, fosforia taas luuston rakennusaineeksi, aineenvaihduntaan ja entsyymi- ja hormonitoimintaan. Fosforia ja kaliumia eläimet käyttävät lihaksiston ja hermoston toimintoihin sekä syljen ja ruoansulatusnesteiden muodostamiseen sekä kaliumia lisäksi ruumiin nestetasapainon säätelyyn ja ylläpitoon (McDonald ym. 2002). Mitä enemmän kotieläimet tuottavat esim. maitoa, sitä voimakkaampaa on ravinteiden tarve ja sitä suurempia ovat ruokintasuositukset (Tuori ym. 1996, Mälkiä 1999a).

Lypsylehmien määrä on viimeisten kolmenkymmenen vuoden aikana vähentynyt Suomessa alle puoleen (kuva 2). Samalla keskimääräinen lehmäkohtainen maitotuotos on lähes kaksinkertaistunut (Maatilahallitus 1986, TIKE 2002). Yli 7 000 kg:n vuosittaista maitotuotosta pidetään nykyään tyydyttävänä ja yli 8 000 kg:n tuotosta riittävän hyvänä tuloksena. Jalostus ja varsinkin eläinten voimistunut ruokinta ovat kasvattaneet tuotantoa (Mälkiä 1999b).



Kuva 2. Lypsylehmien määrä ja maitotuotos (l lehmä<sup>-1</sup>) Suomessa vuosina 1972 - 2000 (Maatilahallitus 1986, TIKE 2002).

Maatalouden tehostuminen on lisännyt ympäristökuormitusta, koska kaikkia tuotannon kasvattamiseen tarkoitettuja ravinteita ei ole pystytty hyödyntämään (Rekolainen ym. 1992). Pelloilla kuormitusta syntyy väistämättä jonkin verran sadannan, valunnan ja eroosion vaikutuksesta (mm. Brookes ym. 1997, Sharpley & Rekolainen 1997). Huuhtoutumiselle altis ravinnemäärä maassa vaikuttaa kuitenkin ratkaisevasti kuormituksen voimakkuuteen. Mitä enemmän pellolla on ravinteita ja mitä suojattomampi maa on sadannan vaikutuksille, sitä enemmän kuormitusta syntyy (mm. Morgan 1995, Yli-Halla ym. 1995, Mengel & Kirkby 2001).

Suurin osa peltomaiden sisältämästä typestä on sitoutunut eloperäiseen ainekseen. Epäorgaanista typpeä on maassa lähinnä nitraattina, joka ei juuri sitoudu maahan, vaan kulkeutuu ja huuhtoutuu helposti veden mukana (Mengel & Kirkby 2001). Nitraattia vapautuu maahan orgaanisen aineksen hajotuksen ja lannoitetyypen liukenemisen seurauksena, sitä enemmän, mitä nopeampaa mineralisaatio ja liukeneminen ovat. Kasvukauden aikana viljelykasvit voivat yleensä hyödyntää suuren osan vapautuvasta nitraatista. Huuhtoutumisriski kasvaa sadonkorjuun jälkeen loppukesällä ja syksyllä, kun valunta lisääntyy ja typen mineralisaatio jatkuu. Myös pelloille jäänyt ylimääräinen lannoitetyppi ja typpilisäys esim. karjanlannassa lisäävät huuhtoutumista. Typpi-kuormitus voi olla voimakasta myös leutoina talvina ja keväällä lumen sulaessa (Torstensson 1998). Kuormituksen suuruuteen vaikuttavat ennen kaikkea nitraattityypen määrä maassa sekä valunta (Ylivainio ym. 2002).

Fosforia on maaperässä orgaanisessa ja epäorgaanisessa, helppo- ja vaikealiukoisissa muodoissa. Eloperäisen fosforin osuus vaihtelee suuresti ollen kivennäismailla yleensä 20 - 80 % kokonaismäärästä. Epäorgaanista fosforia on pelloilla maanesteeseen liuenneena, maahiukkasiin löyhästi tai tiukasti sitoutuneena sekä fosfaattimineraaleissa. Jopa yli 90 % kokonaisfosforista voi olla heikkoliukoista, raudan, alumiinin tai kalsiumin oksidipinnoille kiinnittynyttä tai mineraalien sisältämää fosforia. Helppoliukoinen, löyhästi sitoutunut fosfori on tasapainossa maanesteen kanssa: konsentraation kasvaessa sitoutuminen lisääntyy ja maanesteen laimentuessa liukoisuus kasvaa (Mengel & Kirkby 2001). Fosforia kulkeutuu vesistöihin sekä eroosioaineksen mukana että liukoisena fosfaattina. Mm. pintavalunta, kasvipeitteen vähäisyys tai puute sekä maan muokkaus altistavat peltoja eroosiolle (Morgan 1995). Helppoliukoisien fosforin huuhtoutuminen taas on sitä voimakkaampaa, mitä suurempia ovat maan fosforipitoisuus, kyllästysaste sekä valunta (Yli-Halla ym. 1995, Hooda ym. 2001). Eroosioaineksen sisältämästä fosforista osa liukenee vesistöissä perustuottajille käyttökelpoiseksi fosfaatiksi (Uusitalo 2004).

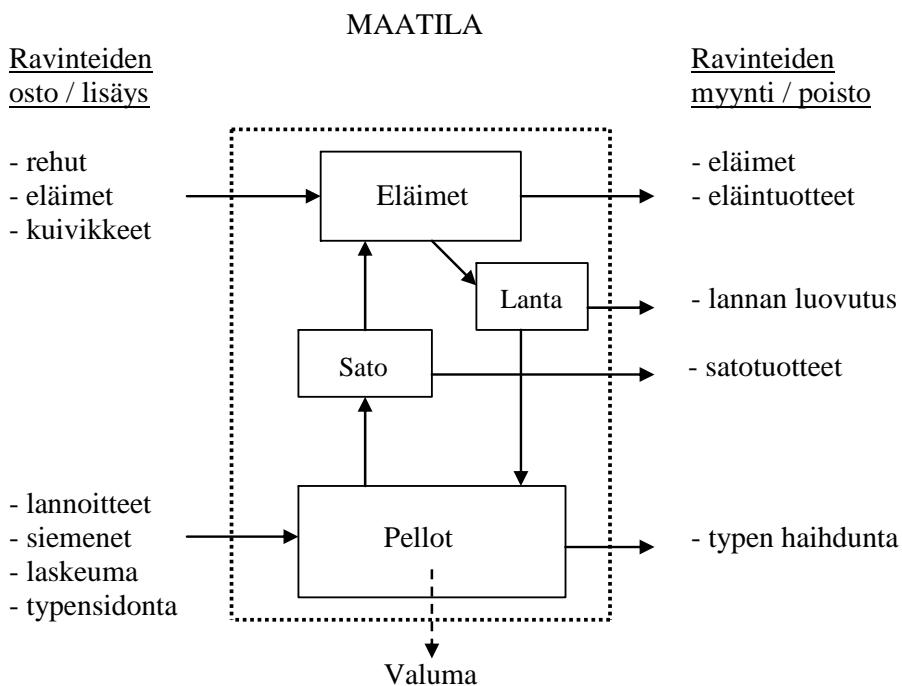
Kaliumia on maassa liukoisena, maahiukkasten pinnoille sitoutuneena ja savimailla osana savihiukkasten rakennetta. Mitä rapautuneempaa tai orgaanisempaa maa on, sitä vähemmän se sisältää kaliumia. Kasvit käyttävät kaliumia runsaasti, ja sitä myös huuhtoutuu pelloilta vesistöihin (Mengel & Kirkby 2001). Huuhtoutumisen ei katsota sellaisenaan aiheuttavan vesistökuormitusta (Hartikainen 1996). Vähän kaliumia sisältävillä mailla huuhtoutuminen voi kuitenkin vähentää viljelykasvien kaliumin saantia, jolloin myös muiden ravinteiden hyödyntäminen heikkenee (Mengel & Kirkby 2001).

Lannoitus suunnittelun avulla pyritään turvaamaan viljelykasveille riittävä ja tasapainoinen ravinteiden saanti (Viljavuuspalvelu Oy 2000). Koska vain sato kerätään ja kasvien juuret ja usein oljetkin jäävät maahan, pelloille syntyy helposti ravinne-

ylijäämää. Mikäli sato jää pienemmäksi kuin lannoitustason mukainen tavoite, ravinteiden ylijäämä ja huuhtoutumisriski kasvavat (Marttila 2005). Lannoitus suunnitelmassa edellisen satokauden ravinneylijäämää ei yleensä oteta huomioon (Viljavuuspalvelu Oy 2000).

### 1.3 Maatalouden ravinnetaseet

Maatalouden ravinnevirtoja ja ravinneylijäämän suuruutta voidaan selvittää ravinnetaselaskelmien avulla. Ravinnetaseet on mahdollista laskea kaikille maatalouden osa-alueille: karjan ruokinnalle, lannan varastoinnille, peltoviljelylle ja koko maatilalle (kuva 3) tai esim. tietyn valuma-alueen maataloudelle. Laskelmilla selvitetään systeemiin lisättyjen, siitä poistettujen ja siihen kertyneiden ravinteiden määrää sekä hyväksikäyttöä (mm. Rajala ym. 2001, Öborn ym. 2003).



Kuva 3. Karjatilán ravinnevirrat. Katkoviiva kuvaa tilán rajoja ja sen ylittävät nuolet tilalle tulevia sekä tilalta poistuvia ravinteita. Ravinnevalumia syntyy lähinnä pelloilta.

Peltojen ravinnetaselaskelmissa otetaan huomioon peltolohkoille lannoitteissa (kemiallisissa ja orgaanisissa) lisätyt sekä sadon mukana lohkoilta poistetut ravinteet (kuva 3). Myös kylvösiementen ja ilmalaskeuman ravinnemäärät sekä biologinen typensidonta voidaan ottaa huomioon. Ravinteiden taseet, jotka voivat olla positiivisia tai negatiivisia, lasketaan lisäyksen ja poiston erotuksena. Peltotaselaskelmilla selvitetään lohkojen, tilojen tai alueiden välisiä eroja ravinteiden yli- tai alijäämissä sekä hyödyntämisessä peltoviljelyn osalta (Rajala 2000, Öborn ym. 2003).

Karjan taselaskelmissa otetaan huomioon rehuissa lisätyt, tuotteissa myydyt sekä karjaan sitoutuneet ravinteet (kuva 3). Myös kuivikkeet voidaan ottaa huomioon. Tase eli lantaan päätyvä ravinnemäärä lasketaan lisäyksen ja poiston erotuksena, ja se on aina positiivinen (Rajala 2000, Rajala ym. 2001). Karjan taseet kertovat eläinten erittämän



ravinнемäärän, joten niiden avulla voidaan arvioida esim. laitumille tai jaloittelualueille kertyvää ravinnekuormaa.

Tilataseissa tarkastellaan maatilaa yhtenä kokonaisuutena. Ravinnelisäystä tulee ostojen (mm. lannoitteet, rehut, eläimet) myötä ja ravinteita poistetaan myytävien tuotteiden (esim. sato, lanta, eläimet) mukana (kuva 3). Laskelmissa voidaan ottaa huomioon myös ilmalaskeuma ja typensidonta ravinnelisäyksinä sekä typen haihtuminen karjanlannasta hävikkinä. Tilan sisäisiä ravinnevirtoja ei oteta laskelmissa huomioon. Tilatase kuvaa ravinteiden yleistä hyödyntämistä tilalla (Rajala 2000, Öborn ym. 2003).

## 1.4 Tutkimuksen tavoitteet

Maatalouden ravinnekuormitus on menetys viljelijöille ja uhka vesien tilalle. Kuormituksen vähentäminen on välttämätöntä etenkin voimakkaasti viljellyillä alueilla, ja ravinnevirtojen hallitsemiseen tarvitaan nykyistä toimivampia keinoja. Ravinnetaseiden laskenta on todettu hyväksi keinoksi seurata maatalouden aiheuttamaa kuormitusriskiä (mm. Seuri 2000, Virtanen 2003, Öborn ym. 2003). Ravinnetaseet ovat Suomessa yksi maatalouden kestävyysindikaattoreista (Seuri 2000), ja taseiden laskentaa on ehdotettu myös uudeksi, vesistökuormitusta vähentäväksi tukimuodoksi maatalouden ympäristötukijärjestelmään (Ohjelmamuutostyöryhmä 2004).

Tässä työssä seurattiin 28 maitotilan ravinnevirtoja yhden vuoden ajan laskemalla peltojen, karjan ja tilan ravinnetaseet typelle, fosforille ja kaliumille. Laskelmilla tutkittiin ravinteiden lisäyksen, poiston, taseen ja hyväksikäytön suuruutta ja vaihtelua, ravinteiden alkuperää ja ravinnevirtojen suhteellista merkitystä sekä ravinteiden kiertoon ja hyväksikäyttöön vaikuttavia tekijöitä. Tutkittiin, voiko ravinnetaseiden avulla tunnistaa maatalon sisäiset kuormitusriskialueet, tehostaa ravinteiden hyödyntämistä ja pienentää ylijäämää. Selvitettiin, miten ravinneylijäämän pieneneminen tai suureneminen vaikuttaa vesistökuormitukseen ja voiko kuormitusta ennustaa ravinnetaseiden perusteella.

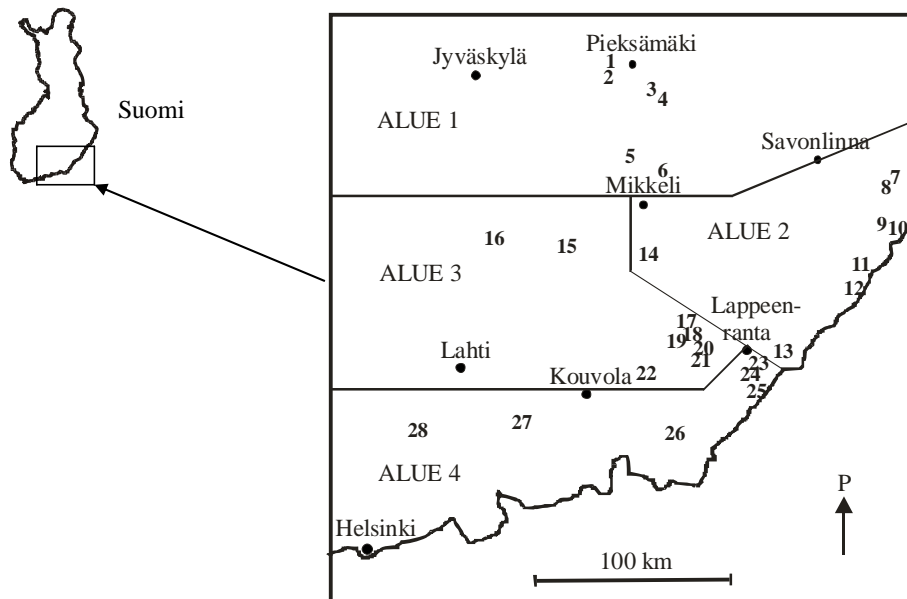
## 2. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 2.1 Ravinnetaselaskelmien toteutus

Ravinteiden kulkua maatiloille, tilojen sisällä ja tiloilta pois selvitettiin ravinnetaselaskelmilla 28 maitotilalla. Laskelmat tehtiin talvella 1999 - 2000 ajalle 1.10.1998 - 30.9.1999 (12 kuukautta). Typen, fosforin ja kaliumin taseet laskettiin kokonaisravinteina koko tilalle (tilatase) ja tilan sisällä karjalle (karjan tase) sekä peltoviljelylle (peltotase). Peltotaseet laskettiin kasvukaudelle 1999. Syksyllä 1998 pelloille levitetty karjanlanta otettiin laskelmissa huomioon, syksyllä 1999 levitetty lanta kasvukautta 2000 varten taas jätettiin huomiotta.

Ravinnetaseet laskettiin viljelijöiden oman kirjanpidon ja satoarvioiden perusteella ravinnetaseohjelmalla (Kemira Agro Oy 1999) Suomen Rehu Oy:n ja Kemira Agro

Oy:n Menestyksen avaimet -yhteistyöprojektissa. Valtaosa tiloista sijaitsi Kaakkois-Suomessa (kuva 4) Etelä-Karjalan ja Etelä-Savon alueilla.



Kuva 4. Taselaskentaan osallistuneiden maatilojen (numerot 1 – 28) sijainti.

Karjaa ja peltolohkoja koskevat tiedot kirjattiin ravinnetaseohjelmaan tuoremassana. Ostetut ja myydyt eläimet ja tuotteet (kylvösiemenet, lannoitteet, rehut, sato, maito) erotettiin tilalla pysyvistä eläimistä ja tuotteista. Laskelmilla selvitettiin ravinteiden lisäys, poisto ja tase (lisäyksen ja poiston erotus) sekä hyötysuhde (poistettujen ravinteiden suhde lisätyihin, %).

## 2.2 Peltotaseen laskenta

Peltojen ravinnetaseet laskettiin kasvulohkokohtaisesti kokonaisravinteille. Pelloille lisätyiksi laskettiin lannoitteiden (karjanlannan ja väkilannoitteiden), laitumille jääneen laiduntavien eläinten lannan ja kylvösiementen ravinnemäärät sekä typen ilmalaskeuma ja biologinen typensidonta. Poistetuiksi laskettiin pelloilta korjatun sadon, olkien ja naattien ravinnemäärät sekä typen haihdunta karjanlannasta. Korjaamatta jäänyttä satoa ja pelloille jääneitä olkia tai naatteja ei otettu laskelmissa huomioon.

Ravinnelisäyksen ja -poiston erotus eli tase laskettiin kaavalla 1:

$$\text{Peltotase} = (\text{karjanlanta} + \text{väkilannoitteet} + \text{lanta laitumille} + \text{siemenet} + \text{typpilaskeuma} + \text{typensidonta}) - (\text{sato} + \text{oljet} + \text{naatit} + \text{typen haihdunta karjanlannasta}) \quad (1).$$

Karjanlannasta haihtunutta typpeä ei laskettu mukaan sadon hyödyntämiin ravinteihin. Ravinteiden hyötysuhde laskettiin kaavalla 2:

$$\text{Pellon hyötysuhde} = (\text{saton} + \text{olkien} + \text{naattien ravinnemäärä}) / \text{ravinnelisäys} \cdot 100 \% \quad (2).$$

Ravinteiden lisäys, poisto, tase ja hyötysuhde (%) laskettiin peltolohko-, maatila- ja aluekohtaisesti. Lohkokohtaiset laskelmat tehtiin erikseen eri viljelykasveille, sato-

tasoille ja maalajeille. Viljelykasveista viljoja ja nurmia, nurmista laitumia ja rehuntuotantolohkoja verrattiin toisiinsa. Satotasojen tarkasteluissa viljat jaettiin kuuteen ja nurmet seitsemään keskenään verrattavaan ryhmään. Maalajeista kivennäis- ja eloperäisiä maita verrattiin keskenään.

Lohkokohtaisten peltotaseiden pohjalta laskettiin tila- ja aluekohtaiset peltotaseet. Tilojen peltotaseita verrattiin keskenään. Alueet erotettiin toisistaan kasvukauden 1999 sademäärän perusteella (IL 2000). Alueella 1 satoi heinäkuussa enemmän kuin muilla alueilla. Alue 2 taas oli kesäkuussa sateisin. Alue 3 oli vähäsateinen ja alue 4 kuiva koko kesän ajan (taulukko 1, liite 1).

Taulukko 1. Sademäärä (mm) touko- (V) elokuussa (VIII) vuonna 1999 (IL 2000) eri alueilla.

Alue	Sadanta (mm)						
	V	VI	VII	VIII	V - VI	V - VII	V - VIII
1	16	53	113	34	69	182	216
2	18	88	42	40	106	148	188
3	11	42	50	41	53	103	144
4	11	22	36	46	33	69	115

## Väkilannoitteet

Väkilannoitteita käytettiin kaikilla viljelykasveilla, varsinkin nurmilla, joille ei yleensä levitetty karjanlanta. Yleisimmissä lannoitteissa fosforia oli vain vähän tai ei lainkaan. Typeä sen sijaan lannoitteissa oli runsaasti ja kaliumia vaihtelevasti (taulukko 2).

Taulukko 2. Tutkimustiloilla yleisimmin käytetyt ostolannoitteet kasvukaudella 1999.

Lannoite	Ravinnepitoisuus (%)		
	Typpi	Fosfori	Kalium
Suomensalpietari	26	0	1
Pellon NK-lannos	20	0	15
Pellon NP-lannos	26	4	1
Pellon typpi Y-lannos	26	2	3
Pellon Y-lannos 2	20	2	12
Pellon Y-lannos 3	20	3	9
Pellon Y-lannos 4	20	4	7
Pellon Y-lannos 5	20	5	4
Pellon Y-lannos 6	17	6	10

## Karjanlanta

Karjanlanta hyödynnettiin maitotiloilla pääosin omien viljelysten lannoitteena. Tiloista 14:llä syntyi lietelantaa, 12:lla kuivikelantaa ja kahdella molempia. Neljällä tilalla oli karjan lisäksi hevosia ja poneja, joiden lanta käytettiin lannoitteena. Kaikilla tiloilla laidunnettiin nuorkarjaa pelto- tai metsälaitumilla ja 26 tilalla lehmiiä peltolaitumilla. Viiden tilan pelloilla laidunsi myös hevosia ja yhden tilan pelloilla lampaita. Laidunten osalta ravinnetaseet laskettiin vain peltolohkoille, ja metsälaitumet ja jaloittelualueet jäivät laskelmien ulkopuolelle.

Kaikkien tilojen karjanlannasta oli tehty ravinneanalyysi. Pelloille levitetyle lannalle käytettiin analyysien mukaisia kokonaisravinnepitoisuuksia. Laitumille kertyneelle karjanlannalle käytettiin ravinnetaseohjelmassa olevia naudan lietalannan ravinnepitoisuuksia. Hevosien ja lampaan lannalle käytettiin ravinnetaseohjelman pitoisuuksia (taulukko 3).

Taulukko 3. Karjanlannan pitoisuuksia ravinnetaseohjelmassa ja tutkimustilojen lanta-analyyseissä (tuoremassassa).

Lantalaji	Kokonaisravinnepitoisuus (kg t <sup>-1</sup> )		
	Typpi	Fosfori	Kalium
Naudan kuivikelanta			
Ravinnetaseohjelma	3,80	1,20	3,20
Analyysien maksimiarvo	7,29	1,80	6,60
Analyysien minimiarvo	1,35	0,70	1,90
Naudan lietalanta			
Ravinnetaseohjelma	3,50	0,60	2,90
Analyysien maksimiarvo	4,76	0,88	4,30
Analyysien minimiarvo	1,53	<0,01	1,70
Naudan virtsa			
Ravinnetaseohjelma	2,40	0,10	4,50
Analyysien maksimiarvo	4,00	0,43	6,10
Analyysien minimiarvo	0,80	<0,01	0,72
Hevosien lanta (ravinnetaseohjelma)	3,00	0,60	2,00
Lampaan lanta (ravinnetaseohjelma)	5,00	1,40	6,50

Laitumille jääneen lannan määrän laskemiseksi selvitettiin laidunkauden pituus. Laidunkausi tuli kirjata ravinnetaseohjelmaan kuukausina kullekin lohkolle ja erikseen eri eläimille. Kirjaamista varten laidunkauden pituus määritettiin ensin päivinä ja selvitettiin, montako tuntia päivässä eläimet olivat laitumella kullakin peltolohkolla. Tuntimäärä päivää kohti vaihteli eri tiloilla ja kesän mittaan. Toukokuussa karja laidunsi yleensä vain päivisin (6 - 10 h d<sup>-1</sup>), kesä- ja heinäkuussa myös öisin (lehmät n. 20 h d<sup>-1</sup>) ja elokuun lopussa ja syyskuussa taas päivisin. Nuorkarjaa laidunnettiin useilla tiloilla lokakuulle saakka. Yöllä ja päivällä eri lohkot saattoivat olla laitumina. Jotkut lohkot olivat laitumina koko kesän, jotkut alku-, keski- tai loppukesän, jotkut taas esimerkiksi alku- ja loppukesän (1. ja 3. sato). Usein nuorkarja laidunsi samaa lohkoa lehmien jälkeen. Laidunkierto joka tilalla ja eläinryhmällä, usein myös eri lohkoilla, oli erilainen.

Päivien (d) ja tuntien (h d<sup>-1</sup>) perusteella laidunnusaika laskettiin kokonaistuntimääränä (h) ja edelleen päivinä ja kuukausina ikään kuin lohkoa olisi laidunnettu 24 h d<sup>-1</sup>. Laitumille jääneen lannan määrä laskettiin ravinnetaseohjelmassa laidunnusajan, eläinlajin, eläinmäärän ja lantamäärän perusteella. Lypsylehmän tuottama lantamäärä (lanta + virtsa) oli ravinnetaseohjelman mukaan 50 kg d<sup>-1</sup>, yli 1-vuotiaan hiehon 27 kg d<sup>-1</sup>, alle 1-vuotiaan hiehon 13 kg d<sup>-1</sup> ja alle 0,5 vuotta vanhan vasikan 7 kg d<sup>-1</sup>.

## Laskeuma

Typpilaskeumalle käytettiin vuoden 1997 mittausarvoja Suomen ympäristökeskuksen havaintoasemilta (Vuorenmaa ym. 1999). Tilan sijainnin mukaan käytettiin joko

lähimmän mittauspaikan arvoja tai kahden lähimmän paikan keskiarvoa. Kokonaistypen laskeuma pelloille oli n. 3,5 - 5,5 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

### Biologinen typensidonta

Kasvin ja juurinystyräbakteerien symbioosi on edellytyksenä biologiselle typen sitomiseksi. Typensidonta peltoviljelyssä on heikkoa, mikäli olosuhteet ovat bakteereille tai kasveille epäedulliset. Bakteerit eivät välttämättä selviydy tai lisäänty liian kuivissa tai happamissa olosuhteissa tai maissa, joissa orgaanisen aineksen pitoisuus on alhainen. Myös mm. kuumuus ja kylmyys rajoittavat bakteerien menestymistä (Alexander 1984). Typen sitominen kuluttaa energiaa. Kasvit tarvitsevat energia-aineenvaihduntaansa mm. fosforia, joten sen puute voi rajoittaa typen sitomista. Suuri typpipitoisuus maassa puolestaan heikentää tai voi jopa estää typen sidontaa (Freire 1984).

Viljelykasveista mm. apilat, herneet, pavut, sinimailanen ja lupiini voivat toimia symbioosissa juurinystyräbakteerien kanssa. Typensidontakyky voi olla hyvillä papu-, herne- ja apilakasvustoilla 100 - 300 kg ha<sup>-1</sup> ja sinimailasella 100 - 600 kg ha<sup>-1</sup> (SITRA 1980). Suomessa mm. maan kylmyys ja happamuus heikentävät typen sidontaa. Tässä työssä typensidonta laskettiin apilapitoisille nurmille käyttäen ravinnetaseohjelman arvoa 75 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>.

### Typen haihtuminen karjanlannasta

Osa karjan lannan ja virtsan sisältämästä tpeestä haihtuu karjasuojasta ja lanta-varastosta, levitettäessä lantaa pelloille sekä suoraan eläinten jätöksistä laitumilta. Mitä enemmän lannassa on tpeä, sitä voimakkaampaa on haihtuminen. Typen haihdunnan määrään vaikuttavat myös mm. lannan koostumus ja levitystapa. Mitä kauemmin ja kattavammin lanta on tekemisissä ilman kanssa, sitä enemmän tpeä haihtuu (SITRA 1984).

Typen haihtuminen laskettiin lohkoille, joille levitettiin lantaa tai virtsaa tai joita laidunnettiin. Haihtumiselle käytettiin ravinnetaseohjelman mukaisia, levitystapaan perustuvia arvoja (taulukko 4). Suurinta typen haihtuminen oli pintalevityksessä. Maahan sijoitetusta lannasta ei laskettu haihtuvan tpeä.

Taulukko 4. Typen haihtuminen karjanlannasta ravinnetaseohjelmassa.

Lannan levitystapa	Typen haihtuminen (%)
Pintalevitys	30
Pintalevitys + multaus	10
Sijoituslannoitus	0
Laitumille jäänyt lanta	10

### Viljelykasvien ravinteet

Kylvösiemenille, sadoille, oljille ja naateille käytettiin enimmäkseen rehutaulukoihin (Tuori ym. 1996) pohjautuvia ravinnetaseohjelman ravinnepitoisuuksia (taulukko 5). Kasvien typpipitoisuus laskettiin jakamalla raakavalkuaispitoisuus luvulla 6,25. Viljan

valkuaispitoisuudelle käytettiin alueittaisia tai lajikkeen mukaisia keskiarvoja vuodelta 1999 (KTTK 2000). Mikäli sadosta oli teetetty analyysi, käytettiin sen mukaisia ravinnepitoisuuksia.

Nurmilta kerättiin yleensä kaksi satoa, joillakin tiloilla kolme. Kaikilla tiloilla oli käytäntönä teettää vähintään yksi valkuaispitoisuuden analyysi sekä alku- että loppukesän säilörehusadosta. Useilla tiloilla analysoitiin myös kivennäisaineiden pitoisuudet ainakin yhdestä rehunäytteestä. Analyysit teetettiin yleensä silloin, kun rehua alettiin syöttää karjalle. Talvella 1999 - 2000 kaikkia kesän 1999 satoja ei ollut vielä analysoitu. Useimmilla tiloilla teetettiin valkuaisanalyysi myös viljoista ja kuivasta heinästä.

Taulukko 5. Yleisimpien kasvien pitoisuuksia ravinnetaseohjelmassa (Tuori ym. 1996). Lyhenne ka = kuiva-aine.

Satokasvi	Kuiva-aine %	Valkuainen g kg <sup>-1</sup> ka	Fosfori g kg <sup>-1</sup> ka	Kalium g kg <sup>-1</sup> ka
Säilörehu				
1. sato	23	160	2,5	24
2.-3. sato	23	160	2,6	25
esikuivattu, 1. sato	30	160	2,9	32
esikuivattu, 2.-3. sato	30	160	2,8	28
apilapitoinen, 1. sato	23	144	2,5	24
apilapitoinen, 2.-3. sato	23	144	2,6	25
vihantasäilörehu	22	110	2,6	20
Kuivaheinä, timotei	83	100	2,2	30
Laidun, alkukesä	19	200	4,0	35
Laidun, keski- ja loppukesä	19	180	4,0	35
Kaura	86	116	3,5	5
Ohra	86	116	3,5	6

## 2.3 Karjan taseen laskenta

Karjan tase laskettiin keskiarvona tilan koko nautakarjalle. Ravinnetaseohjelmalla olisi ollut mahdollista laskea oma tase esim. nuorkarjalle (alle 2-vuotiaat) ja lehmille, mutta tässä työssä erottelua ei tehty. Karjan taseen laskentaa varten selvitettiin eläinten määrä ja keskimääräinen massa (elopaino) laskentajakson alussa (1.10.1998) ja lopussa (30.9.1999) sekä jakson aikana tilalle ostettujen ja sieltä myytyjen eläinten määrä ja massa. Karjan käytettäviksi, lisätyiksi ravinteiksi laskettiin eläinten syömien rehujen sekä karjasuojassa käytettyjen kuivikkeiden sisältämät ravinteet. Karjaan tuli ravinnelisyistä myös ostettujen eläinten mukana. Poistetuiksi laskettiin myytyjen eläinten sekä tilalta myydyn maidon sisältämät ravinteet. Käyttämättä jäänyt, karjanlantaan päätyvä ravinnemäärä laskettiin eläimiin sitoutuneiden ravinteiden sekä lisäyksen ja poiston erotuksena kaavalla 3:

$$\text{Karjan tase} = (\text{karjan ravinnemäärä alussa} + \text{ostettujen eläinten ravinnemäärä} + \text{rehut} + \text{kuivikkeet}) - (\text{karjan ravinnemäärä lopussa} + \text{myytyjen eläinten ravinnemäärä} + \text{maito}) \quad (3).$$

Karjan hyötysuhde laskettiin lihaan ja maitoon sitoutuneen rehujen ravinnemäärän perusteella kaavalla 4:

$$\text{Karjan hyötysuhde} = [\text{karjan ravinnemäärä} ((\text{lopus} + \text{myyty}) - (\text{alussa} + \text{ostettu})) + \text{maito}] / \text{rehujen ravinnemäärä} \cdot 100 \% \quad (4).$$

Karjan taseissa ravinteiden lisäys, poisto, tase ja hyötysuhde (%) laskettiin tilakohtaisesti. Laskelmilla selvitettiin karjalle lisätty, maitoon ja eläimiin sitoutunut sekä lantaan päätynyt ravinnemäärä. Karjan ruokinnan voimakkuutta ja hyödyntämättä jääneitä ravinnemääriä verrattiin tilojen välillä ja eri tuotostasojen välillä. Ravinteita tarkasteltiin kokonaismäärinä tilaa kohti sekä eläinyksiköitä (ey) kohti.

## Eläimet

Tilalla olevien eläinten määrä laskentajakson alussa ja lopussa sekä tilalle ostettujen ja sieltä myytyjen eläinten määrä laskentajakson aikana kirjattiin. Eläinten keskimääräinen massa (elopaino) arvioitiin, minkä helpottamiseksi lehmät, yli 0,5 vuotta vanhat hiehot ja yli 0,5 vuotta vanhat sonnit sekä alle 0,5 vuotta vanhat vasikat kirjattiin eläinmääriin erikseen. Eläinten ravinnepitoisuuksina käytettiin ravinnetaseohjelman mukaisia arvoja 3,0 % typpeä, 0,8 % fosforia ja 0,3 % kaliumia.

Eläinmäärät muutettiin eläinyksiköiksi (ey) maa- ja metsätalousministeriön asetuksen (MMM 646/2000) mukaisesti. Yksi lypsylehmä vastasi yhtä eläinyksikköä, yli 0,5 vuotta vanhat hiehot ja sonnit vastasivat 0,6 eläinyksikköä ja alle 0,5 vuotta vanhat vasikat 0,15 eläinyksikköä.

## Maito

Maidon ravinnesisältö laskettiin tiloilta pois myydyin maitomäärän ja sen ravinnepitoisuuksien perusteella. Fosforille ja kaliumille käytettiin ravinnetaseohjelman mukaisia oletuspitoisuuksia (P: 0,10 %, K: 0,16 %). Typpipitoisuus laskettiin tilakohtaisesti jakamalla tiloilta myydyin maidon valkuaispitoisuus luvulla 6,25. Oletettu valkuaispitoisuus ravinnetaseohjelmassa oli 3,375 %.

## Tiloilla tuotetut rehut

Karjan syömät karkearehut (säilörehu, kuiva heinä, niitto- ja laidunruoho) pyrittiin kaikilla tiloilla tuottamaan itse. Myös itse kasvatettu rehuvilja syötettiin karjalle useimmilla tiloilla. Laskentajakson aikana karjalle syötettiin vuosina 1998 ja 1999 tuotettuja rehuja, joille käytettiin joko ravinnetaseohjelman pitoisuuksia (Tuori ym. 1996) tai analyysitulosten mukaisia ravinnearvoja. Joka tilalla oli useita analyysituloksia säilörehusta ja useimmilla myös kuivasta heinästä ja rehuviljasta.

## Ostorehut

Tiloille ostettiin lähinnä teollisesti valmistettuja rehuja, kivennäisiä, vasikoiden juotto-rehuja ja suolakiviä sekä rypsi- ja soijapuristeita. Rehujen ravinnepitoisuudet kysyttiin laskelmia varten valmistajilta. Yleisimmin käytetyissä rehuissa oli n. 2 - 4 % typpeä (valkuaispitoisuus 12 - 24 %), 0,5 - 0,8 % fosforia ja 1,0 - 1,6 % kaliumia. Rypsi- ja soijapuristeissa oli 5 - 6 % typpeä. Yleisimmissä kivennäisissä oli hyvin vähän typpeä ja kaliumia ja 4 - 12 % fosforia.

## Kuivikkeet

Kuivikkeina tiloilla käytettiin olkia, turvetta ja purua. Eri kuivikkeiden typpi- ja fosforipitoisuuksissa ei juuri ollut eroja, mutta kaliumpitoisuudet vaihtelivat (taulukko 6).

Taulukko 6. Kuivikkeiden ravinnepitoisuuksia ravinnetaseohjelmassa.

Kuivike	Typipitoisuus (%)	Fosforipitoisuus (%)	Kaliumpitoisuus (%)
Olki	0,50	0,08	1,70
Puru	0,60	0,06	0,05
Turve	0,45	0,06	0,50

## 2.4 Tilataseen laskenta

Tilan tase rakentui ravinnetaseohjelmassa pääosin karjan ja peltolohkojen tietojen perusteella, sillä niiden kirjaamiseen sisältyivät tiedot ostoista ja myynneistä. Tilalle sen ulkopuolelta tulleiksi laskettiin ostettujen rehujen, eläinten, kuivikkeiden, kylvösiementen ja lannoitteiden (kemialliset lannoitteet ja vastaanotettu karjanlanta) sisältämät ravinteet sekä laskeuma ja biologinen typensidonta. Tilalta poistetuiksi laskettiin myytyjen satotuotteiden (sadot ja oljet), eläinten ja maidon ravinteet. Myös lannasta haihtuneen typen katsottiin poistuneen tilalta. Ravinteita, jotka kiersivät tilan sisällä (karjanlanta pelloille, eläinten rehuksi tuotettu sato), ei otettu huomioon tilan taseessa. Karjan ja peltolohkojen laskelmista automaattisesti siirtyvien tietojen lisäksi tilan taseeseen kirjattiin tarvittaessa tiedot tilalta pois luovutetun karjanlannan määrästä ja ravinnepitoisuudesta.

Tilalle vuoden aikana kertyneiden ravinteiden tase laskettiin tilalle tulleiden ja tilalta poistuneiden ravinteiden erotuksena kaavalla 5:

$$\text{Tilatase} = (\text{ostot} + \text{laskeuma} + \text{typensidonta} + \text{vastaanotettu lanta}) - (\text{myynnit} + \text{luovutettu lanta} + \text{typen haihdunta karjanlannasta}) \quad (5).$$

Karjanlannasta haihtunut typpi poistui tilalta hävikkinä, eikä sitä siten laskettu mukaan hyödynnettyihin ravinteisiin. Ravinteiden hyötysuhde tilan tuotannossa laskettiin kaavalla 6:

$$\text{Tilan hyötysuhde} = (\text{myynnit} + \text{luovutettu lanta}) / \text{ravinnelisyys tilalle} \cdot 100 \% \quad (6).$$

Ravinnetaseohjelmalla olisi ollut mahdollista laskea tilan tase ns. porttitaseena pelkästään ostettujen ja myytyjen tekijöiden perusteella ja jättää karjan ja peltojen yksityiskohtaiset taseet laskematta. Tällöin tiedot typen sitomisesta ja laskeumasta sekä haihtumisesta olisivat jääneet ottamatta huomioon.

Tilataseissa ravinteiden lisäys, poisto, tase ja hyötysuhde (%) laskettiin tilakohtaisesti. Ravinnevirtoja tarkasteltiin kokonaismäärinä (kg), viljelyalaa kohti (kg ha<sup>-1</sup>) ja eläinmäärää kohti (kg ey<sup>-1</sup>). Laskelmilla selvitettiin tilojen ravinneylijäämän merkittävimmät tekijät sekä yhteydet tilakohtaisiin pelto- ja karjan taseisiin.



### 3. TULOKSET

#### 3.1 Peltotaseet

##### 3.1.1 Lohkokohtaiset peltotaseet

##### 3.1.1.1 Lohkojen viljelytiedot

Peltotaseet laskettiin 617 kasvulohkolle, joiden pinta-ala oli yhteensä 1 202 ha (taulukko 7). Nurmia oli peltoalasta vähän yli puolet ja viljaa 41 %. Lohkojen pinta-ala oli keskimäärin 1,95 ha. Viljalohkot olivat keskimäärin n. 0,50 ha nurmilohkoja suurempia. Laidunlohkot olivat muita nurmilohkoja pienempiä. Laidunten osuus lohkojen kokonaisalasta oli 12 % ja nurmialasta 22 %.

Taulukko 7. Peltolohkojen määrä, pinta-ala (ha) ja osuus eri viljelykasveilla.

Viljelykasvi	Peltolohkojen			Osuus (%) lohkojen	
	määrä	ala (ha)	ala keskim.	määrästä	alasta
Nurmet yhteensä	386	671,41	1,74	62	56
Säilörehu, heinä	284	524,10	1,85	46	44
Laidun	102	147,31	1,44	16	12
Vilja	221	496,97	2,25	36	41
Nurmi ja vilja yhteensä	607	1 168,38	1,92	98	97
Muut kasvit	10	33,72	3,37	2	3
Kaikki yhteensä	617	1 202,10	1,95	100	100

Maalaji oli määritetty kaikille lohkoille. Enimmäkseen lohkot sijaitsivat kivennäismailla maalajin ollessa hieta, hiekka tai moreeni. Eloperäisillä multa-, lieju-, muta- ja turvemilla sijaitsi keskimäärin 15 % vilja- ja nurmilohkoista (taulukko 8). Laitumista yli 90 % sijaitsi kivennäismailla.

Nurmien satotaso laskettiin rehuyksiköinä (ry), jotta kuiva-ainepitoisuudeltaan erilaiset kasvit olivat vertailukelpoisia. Satoa saatiin keskimäärin 4 400 ry ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Nurmilta kerättiin useimmiten kaksi satoa, joiltakin lohkoilta kolme. Lohkot, joilta saatiin sekä laidun- että rehusatoa, luokiteltiin jompaankumpaan luokkaan sen perusteella, kumpaan tarkoitukseen niitä käytettiin pidempään. Lohkoilla, joilta kerättiin pääosin kuivaa heinää tai säilörehua, satotaso oli keskimäärin 1 000 ry ha<sup>-1</sup> suurempi kuin pääasiallisilla laidunlohkoilla. Laidunsatoa pienensivät karjan tekemät polut ja muu nurmen talleaminen. Osa laidunnurmesta jäi myös karjalta syömättä ja siten hyödyntämättä. Viljasato laskettiin kilogrammoina, ja se oli keskimäärin 2 700 kg ha<sup>-1</sup>. Sekä nurmilla että viljoilla eloperäisiltä mailta saatiin keskimäärin suurempi sato kuin kivennäismailla (taulukko 8).

Taulukko 8. Nurmen ja viljan keskimääräinen satotaso sekä lohkojen määrä ja pinta-ala (ha, %) eloperäisillä ja kivennäismailla.

Viljelykasvi	Lohkojen määrä	ala (ha)	ala (%)	osuus (%)	satotaso ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Nurmet yhteensä	386	671,41	56	100	4 400 ry
Eloperäiset maat	56	107,36		16	4 800 ry
Kivennäismaat	330	564,05		84	4 300 ry
Säilörehu + heinä	284	524,10	44	100	4 600 ry
Eloperäiset maat	45	93,57		18	4 900 ry
Kivennäismaat	239	430,53		82	4 600 ry
Laidun	102	147,31	12	100	3 600 ry
Eloperäiset maat	11	13,79		9	4 000 ry
Kivennäismaat	91	133,52		91	3 600 ry
Vilja	221	496,97	41	100	2 700 kg
Eloperäiset maat	27	66,60		13	2 700 kg
Kivennäismaat	194	430,37		87	2 600 kg
Nurmi ja vilja yhteensä	607	1 168,38	97	100	
Eloperäiset maat	83	173,96	14	15	
Kivennäismaat	524	994,42	83	85	
Kaikki lohkot yhteensä	617	1 202,10	100	100	
Eloperäiset maat	83	173,96		14	
Kivennäismaat	534	1 028,14		86	

### 3.1.1.2 Eri viljelykasvien taseet

#### Typpitase eri viljelykasveilla

Typpeä lisättiin nurmille keskimäärin 204 kg ha<sup>-1</sup> (vaihteluväli 20 - 420 kg ha<sup>-1</sup>) ja viljoille 123 kg ha<sup>-1</sup> (30 - 270 kg ha<sup>-1</sup>). Lähes 80 % nurmien kokonaistyyppilisäyksestä tuli kemiallisista lannoitteista. Vain osalle lohkoista levitettiin lantaa, lähinnä lietelantaa ja virtsaa toisen nurmisadon lannoitteeksi. Uudistetuille nurmille, kuten 1-vuotiselle raiheinälle ja säilörehuksi kerätylle suojaviljalle, levitettiin yleensä lantaa joko syksyllä 1998, keväällä 1999 ennen kylvöä tai sekä syksyllä että keväällä. Laitumille levitettiin keskimäärin 156 kg ha<sup>-1</sup> kemiallisia typpilannoitteita. Kun myös laiduntavan karjan lannan ravinteet (77 kg ha<sup>-1</sup> N) otettiin huomioon, typen kokonaislisäys laitumille oli selvästi suurempi kuin muille nurmille. Viljalohkoista kahdelle kolmasosalle levitettiin lantaa syksyllä 1998, keväällä 1999 tai molempina. Noin puolet viljalohkojen tyypestä tuli lannasta, 45 % kemiallisista lannoitteista ja loput kylvösiemenistä ja laskeumasta. Keskimääräinen typen lisäys kaikille maitotilojen lohkoille oli 170 kg ha<sup>-1</sup>, josta 2/3 oli peräisin kemiallisista lannoitteista ja vajaa 1/3 karjanlannasta (taulukko 9).

Typpeä poistettiin pelloilta n. 50 - 70 kg ha<sup>-1</sup> yhtä satoa kohti. Koska nurmilohkoilta kerättiin keskimäärin kaksi satoa, typpeä poistettiin noin kaksinkertainen määrä viljalohkoihin verrattuna. Rehuntuotantolohkoilta poistettiin lähes 30 kg ha<sup>-1</sup> enemmän typpeä kuin laidunlohkoilta. Rehulohkoilla satotaso oli suurempi kuin laitumilla ja varsinkin ensimmäisen säilörehusadon valkuais- (ja typpi-) pitoisuudet olivat suuria. Keskimäärin kaikilta lohkoilta poistettiin typpeä 95 kg ha<sup>-1</sup>. Lisäksi lohkoilta haihtui typpeä, keskimäärin 6 kg ha<sup>-1</sup> (taulukko 9). Laitumilta haihdunta oli muita lohkoja

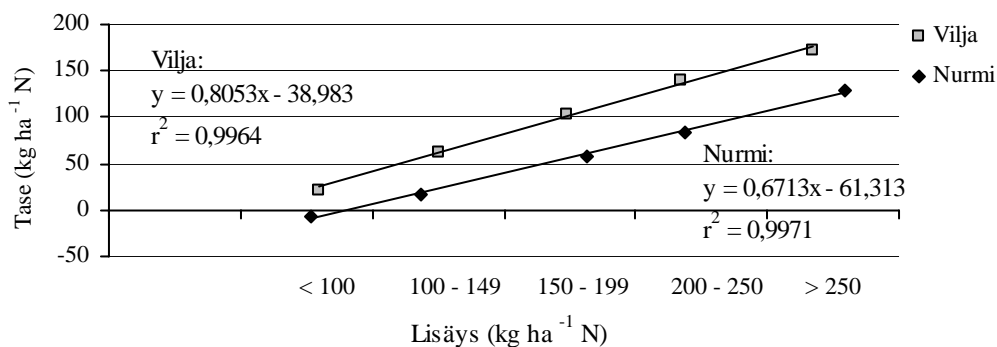
voimakkaampaa, koska niille kertyi eniten karjanlantaa ja se jäi maan pinnalle alttiiksi haihtumiselle.

Keskimääräinen typpitase oli nurmilohkoilla  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  ja viljalohkoilla  $60 \text{ kg ha}^{-1}$ . Laiduntyppitase ( $123 \text{ kg ha}^{-1}$ ) oli yhtä suuri kuin viljalohkoille lisätty typpimäärä ja yli kaksinkertainen rehuntuotanto- ja viljalohkojen typpitaseisiin verrattuna. Typen hyväksikäyttöaste (%) oli kuitenkin laidun- ja viljalohkoilla lähes yhtä suuri. Rehuntuotanto- ja viljalohkoilla puolestaan tase oli samansuuruinen, mutta hyötysuhteessa oli 20 % eroa. Typen hyötysuhde oli keskimäärin 56 % (taulukko 9).

Taulukko 9. Typen lisäys, poisto, haihdunta, tase ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) ja hyötysuhde (%) sekä lisätyn typen osuus (%) kemiallisissa lannoitteissa ja karjanlannassa. Rehu = säilörehu + kuiva heinä, N = nurmi, V = vilja.

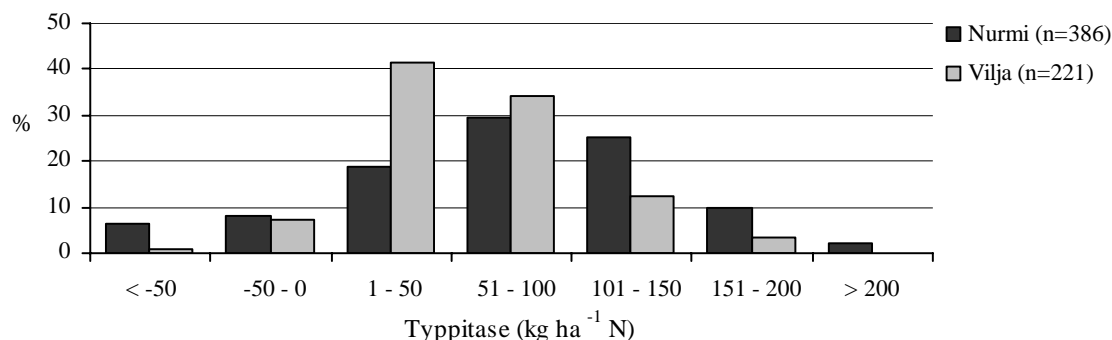
Typpi	Viljelykasvi					Kaikki yht.
	Nurmi	Rehu	Laidun	Vilja	N + V	
Lisäys ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	204	196	233	123	170	170
Kem. lannoitteissa (%)	78	82	65	45	67	67
Karjanlannassa (%)	18	13	33	49	27	28
Poisto ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	124	130	102	57	96	95
Haihdunta ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	5	5	8	6	6	6
Tase ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	75	61	123	60	69	69
Hyötysuhde (%)	61	66	44	46	56	56

Tase vaihteli voimakkaasti eri lohkoilla typen lisäyksen ja poiston seurauksena. Pääsääntöisesti ylijäämä oli sitä voimakkaampaa, mitä enemmän pelloille lisättiin typpeä (kuva 5). Kun typen lisäys oli nurmi- ja viljalohkoilla yhtä voimakasta, ylijäämää syntyi viljalohkoilla enemmän. Nurmien viljelyalasta 16 %:lle tuli kokonaistypen lisäystä enemmän kuin  $250 \text{ kg ha}^{-1}$ , viljan viljelyalasta 1 %:lle.



Kuva 5. Typen lisäyksen ja taseen ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) suhde vilja- ja nurmilohkoilla.

Nurmilla typpitase ( $-160 - 320 \text{ kg ha}^{-1}$ ) vaihteli lohko-kohtaisesti enemmän kuin viljoilla ( $-60 - 190 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Noin kolmasosalla nurmi- ja viljalohkoista syntyi  $51 - 100 \text{ kg ha}^{-1}$  typpiylijäämää. Sitä suurempia ylijäämiä oli kolmasosalla nurmista ja n. 15 %:lla viljoista. Typpitaseeltaan alijäämäisiä oli nurmilohkoista vähän yli ja viljoista vähän alle 10 % (kuva 6).



Kuva 6. Typpitaseen jakauma nurmi- ja viljalohkoilla (%).

### Fosforitase eri viljelykasveilla

Fosforia lisättiin kaikille kasveille keskimäärin 22 - 23 kg ha<sup>-1</sup>. Laitumille levitettiin kemiallisia fosforilannoitteita keskimäärin 9 kg ha<sup>-1</sup>, joten suuri osa laitumille päätyneestä fosforista oli peräisin laiduntavan karjan lannasta. Viljalohkoilla fosforilisäyksestä 60 % oli peräisin karjanlannasta, rehuntuotantolohkoilla vain 17 %. Osa viljalohkojen fosforilisäyksestä oli varastolannoitusta tulevien vuosien nurmenviljelyä varten. Osalla nurmilohkoista taas hyödynnettiin edellisten vuosien varastolannoitusta eikä fosforia lisätty kesällä 1999 välttämättä lainkaan. Kaikille pelloille lisätystä fosforista keskimäärin 40 % oli peräisin karjanlannasta ja 59 % kemiallisista osto- lannoitteista (taulukko 10).

Pelloilta poistettiin sadon mukana 9 - 15 kg ha<sup>-1</sup> fosforia. Typen tavoin fosforia poistettiin eniten rehuntuotantolohkoilta ja vähiten viljalohkoilta. Eri kasvien välinen ero fosforin poistossa ei kuitenkaan ollut suhteellisesti yhtä suuri kuin typellä. Keskimäärin kaikilta lohkoilta poistettiin 12 kg ha<sup>-1</sup> fosforia (taulukko 10).

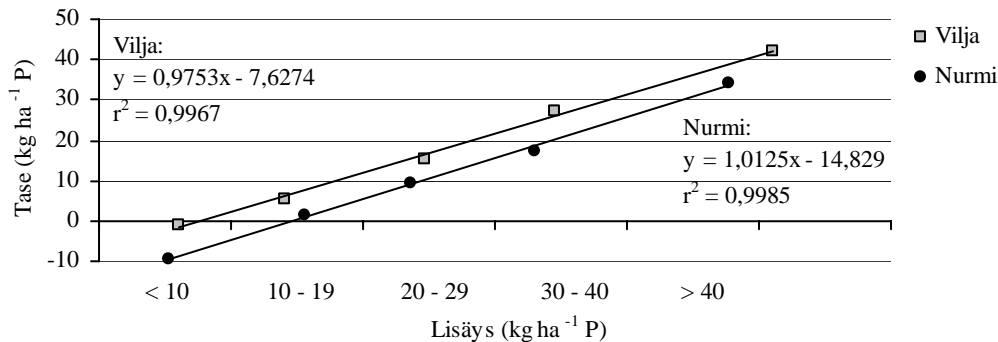
Koska fosforia lisättiin kaikille viljelykasveille yhtä paljon, tase vaihteli pelloilta poistetun fosforimäärän mukaan. Pienin tase ja paras hyötysuhde oli rehulohkoilla, suurin tase puolestaan viljalohkoilla. Nurmi- ja viljalohkojen keskimääräinen fosforitase oli 10 kg ha<sup>-1</sup> ja fosforin hyväksikäyttöaste 54 % (taulukko 10). Lähes puolet pelloille lisätystä kokonaisfosforista jäi siis typen tavoin hyödyntämättä.

Taulukko 10. Fosforin lisäys, poisto, tase (kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) sekä lisätyn fosforin osuus (%) kemiallisissa lannoitteissa ja karjanlannassa. Rehu = säilörehu + heinä, N = nurmi, V = vilja.

Fosfori	Viljelykasvi					Kaikki yht.
	Nurmi	Rehu	Laidun	Vilja	N + V	
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	22	22	23	22	22	23
Kem. lannoitteissa (%)	73	83	41	37	58	59
Karjanlannassa (%)	27	17	59	60	41	40
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	14	15	13	9	12	12
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	8	7	10	13	10	11
Hyötysuhde (%)	65	67	57	39	54	53

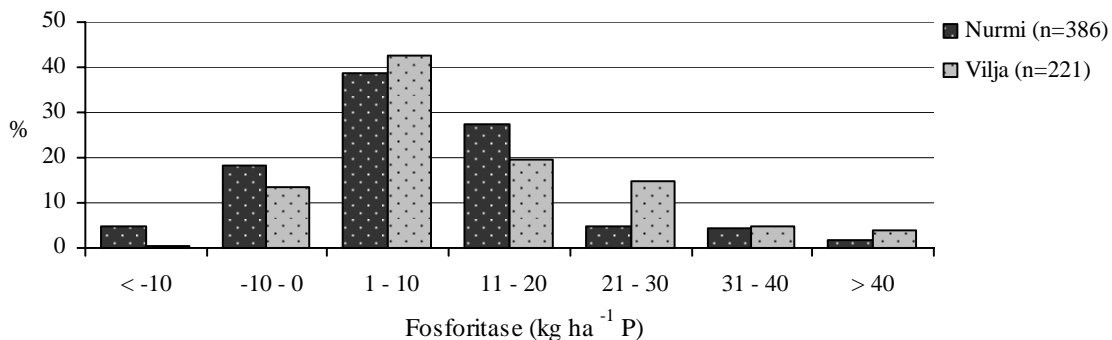
Typpitaseen tavoin myös fosforitaseen lohkokohtainen vaihtelu oli voimakasta. Mitä enemmän pelloille lisättiin fosforia, sitä enemmän syntyi yleensä myös ylijäämää (kuva 7). Samalla lannoitustasolla viljalohkojen fosforiylijäämä oli suurempaa kuin nurmi-

lohkojen. Nurmien viljelyalasta 8 % ja viljan viljelyalasta 9 % sai fosforilisäystä enemmän kuin  $40 \text{ kg ha}^{-1}$ . Kun fosforia lisättiin pelloille alle  $10 \text{ kg ha}^{-1}$ , keskimääräinen tase oli alijäämäinen sekä nurmilla että viljoilla.



Kuva 7. Fosforin lisäyksen ja taseen ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) suhde vilja- ja nurmilohkoilla.

Päinvastoin kuin typpitase, fosforitase vaihteli viljalohkoilla ( $-16 - 72 \text{ kg ha}^{-1}$ ) vähän enemmän kuin nurmilla ( $-20 - 52 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Nurmista melkein neljäsosa oli taseeltaan alijäämäisiä, viljoista reilut 10 %. Noin 60 %:lle lohkoista kertyi  $1 - 20 \text{ kg ha}^{-1}$  fosforin ylijäämää. Kun ylijäämää kertyi yli  $20 \text{ kg ha}^{-1}$ , viljalohkojen suhteellinen osuus oli nurmia suurempi (kuva 8).



Kuva 8. Fosforitaseen jakauma nurmi- ja viljalohkoilla (%).

### Kaliumtase eri viljelykasveilla

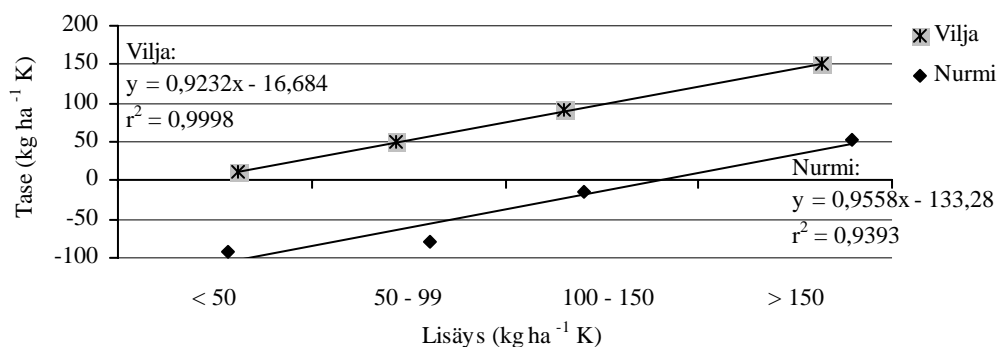
Kaliumia lisättiin pelloille keskimäärin  $92 \text{ kg ha}^{-1}$ . Siitä puolet oli peräisin karjanlannasta ja puolet kemiallisista ostolannoitteista (taulukko 11). Vähäisintä kaliumin lisäys oli viljalohkoilla, joita lannoitettiin enemmän karjan- kuin kemiallisilla lannoitteilla. Rehulohkoille valtaosa lisäyksestä tuli ostolannoitteista, laitumille puolestaan sekä ostolannoitteista että laiduntavan karjan lannasta.

Vilja- ja olkisadon mukana pelloilta poistettiin keskimäärin  $23 \text{ kg ha}^{-1}$  kaliumia. Nurmikasveihin kaliumia sitoutui runsaasti, n.  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  yhtä satoa kohti. Rehulohkoilla kaliumin tase oli yli  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  alijäämäinen ja viljalohkoilla saman verran ylijäämäinen. Laitumilla ylijäämää syntyi vain vähän. Kaikkien lohkojen keskimääräinen kaliumtase oli tasapainoinen ja hyötysuhde lähellä sataa prosenttia (taulukko 11).

Taulukko 11. Kaliumin lisäys, poisto, tase ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) ja hyötysuhde (%) sekä lisätyn kaliumin osuus (%) kemiallisissa lannoitteissa ja karjanlannassa. Rehu = säilörehu + heinä, N = nurmi, V = vilja.

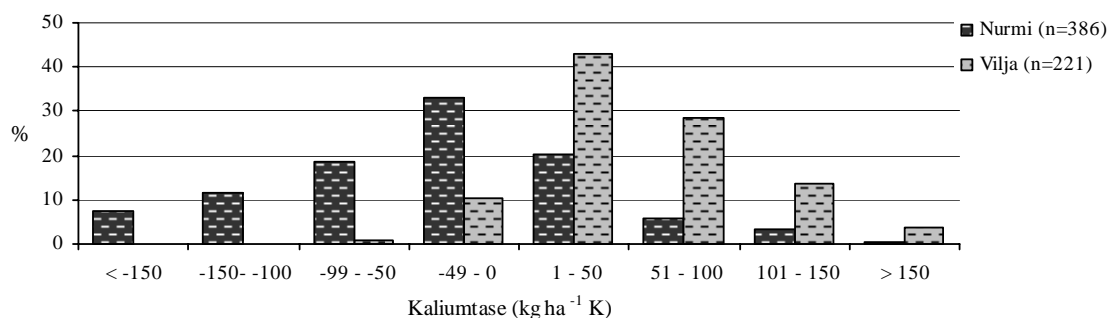
Kalium	Viljelykasvi					Kaikki yht.
	Nurmi	Rehu	Laidun	Vilja	N + V	
Lisäys ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	103	97	123	78	92	92
Kem. lannoitteissa (%)	63	69	46	23	49	49
Karjanlannassa (%)	37	31	54	76	51	50
Poisto ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	144	151	119	23	92	91
Tase ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	-41	-54	4	55	0	1
Hyötysuhde (%)	140	156	97	29	101	99

Kaliumtase kasvoi lannoituksen voimistumisen myötä samalla tavalla kuin typpi- ja fosforitaseetkin (kuva 9). Yhtä voimakkaalla lannoituksella viljalohkojen kaliumtase oli reilut  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  suurempi kuin nurmien. Kaliumlisäyksen ollessa alle  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  nurmien keskimääräinen kaliumtase oli alijäämäinen. Nurmien viljelyalasta 15 %:lla ja viljan viljelyalasta 8 %:lla lannoitustaso ylitti  $150 \text{ kg ha}^{-1}$ .



Kuva 9. Kaliumin lisäyksen ja taseen ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) suhde vilja- ja nurmilohkoilla.

Kaliumtaseen jakauma nurmilla ja viljoilla oli selvästi erilainen. Nurmilohkoista vain kolmasosalla kaliumin tase oli ylijäämäinen, kolmasosalla taas alijäämää syntyi vähintään  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ . Viljalohkoista valtaosa (86 %) oli taseeltaan ylijäämäisiä. Lähes puolelle lohkoista kaliumia kertyi yli  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  (kuva 10).



Kuva 10. Kaliumtaseen jakauma nurmi- ja viljalohkoilla (%).

### 3.1.1.3 Taseet eloperäisillä ja kivennäismailla

Typpeä lisättiin kivennäismaille enemmän kuin eloperäisille maille. Rehuntuotantolohkoilla eroa oli vain  $2 \text{ kg ha}^{-1}$ , mutta viljan viljelyssä lähes  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  (taulukko 12). Vähiten typpeä lisättiin eloperäisillä mailla sijaitseville viljapelloille, eniten kivennäismaiden laitumille. Suuremman sadon takia typpeä poistettiin eloperäisiltä mailta enemmän kuin kivennäismailta. Vähäisemmän lisäyksen ja suuremman poiston takia eloperäisten maiden typpitase oli kivennäismaiden tasetta pienempi. Rehuntuotannossa eroa oli keskimäärin  $4 \text{ kg ha}^{-1}$ , laitumilla  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  ja viljan viljelyssä  $38 \text{ kg ha}^{-1}$ . Suurinta typen ylijäämä oli kivennäismailla sijaitsevilla laitumilla,  $124 \text{ kg ha}^{-1}$ . Rehuntuotantolohkojen ja kivennäismailla sijaitsevien viljalohkojen typpitase oli noin puolet sitä pienempi. Vähiten ylijäämää syntyi viljan viljelyssä eloperäisillä mailla, keskimäärin  $27 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Taulukko 12. Typen lisäys, poisto, haihdunta, tase ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) ja hyötysuhde (%) eri kasveilla ja maalajeilla.

Viljelykasvi	Typen lisäys	poisto	haihdunta	tase	hyötysuhde
Nurmet yhteensä	204	124	5	75	61
Eloperäiset maat	198	129	5	64	65
Kivennäismaat	206	124	5	77	60
Säilörehu + heinä	196	130	5	61	66
Eloperäiset maat	195	132	5	58	68
Kivennäismaat	197	130	5	62	66
Laidun	233	102	8	123	44
Eloperäiset maat	221	103	9	109	47
Kivennäismaat	234	102	8	124	44
Vilja	123	57	6	60	46
Eloperäiset maat	91	60	4	27	66
Kivennäismaat	128	57	6	65	44
Nurmi ja vilja yhteensä	170	96	6	68	56
Eloperäiset maat	157	102	5	50	65
Kivennäismaat	172	94	6	72	55
Kaikki kasvit yhteensä	170	95	6	69	56

Nurmille lisättiin fosforia yhtä paljon eloperäisillä ja kivennäismailla. Viljakasveja lannoitettiin kivennäismailla saman verran kuin nurmilohkoja, mutta eloperäisillä mailla keskimäärin  $5 \text{ kg ha}^{-1}$  vähemmän. Fosforia poistettiin eloperäisiltä mailta keskimäärin  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  enemmän kuin kivennäismailta. Nurmien fosforitaseessa ei eri maalajeilla juuri ollut eroa. Viljakasveilla fosforin ylijäämä oli vähäisintä eloperäisillä mailla. Niihin verrattuna kivennäismailla sijaitsevien viljalohkojen fosforitase oli noin kaksinkertainen (taulukko 13).

Eloperäisten nurmien kaliumlannoitus oli keskimäärin  $8 \text{ kg ha}^{-1}$  voimakkaampaa kuin kivennäismaiden lannoitus, mutta eloperäisiltä nurmilta myös poistettiin kaliumia enemmän suuremman satotason takia. Laitumia lukuun ottamatta nurmien kaliumtase oli reilusti alijäämäinen. Viljakasveilla kivennäismaiden kaliumtase oli n.  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  suurempi kuin eloperäisillä mailla voimakkaamman lannoituksen seurauksena (taulukko 14).

Taulukko 13. Fosforin lisäys, poisto, tase (kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) eri kasveilla ja maalajeilla.

Viljelykasvi	Fosforin lisäys	poisto	tase	hyötysuhde
Nurmet yhteensä	22	14	8	65
Eloperäiset maat	22	15	7	69
Kivennäismaat	22	14	8	64
Säilörehu + heinä	22	15	7	67
Eloperäiset maat	22	16	6	70
Kivennäismaat	22	15	7	67
Laidun	23	13	10	57
Eloperäiset maat	23	13	10	59
Kivennäismaat	23	13	10	57
Vilja	22	8	14	39
Eloperäiset maat	17	9	8	50
Kivennäismaat	22	8	14	38
Nurmi ja vilja yhteensä	22	12	10	54
Eloperäiset maat	20	13	7	63
Kivennäismaat	22	12	10	53
Kaikki kasvit yhteensä	22	12	10	53

Taulukko 14. Kaliumin lisäys, poisto, tase (kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) eri kasveilla ja maalajeilla.

Viljelykasvi	Kaliumin lisäys	poisto	tase	hyötysuhde
Nurmet yhteensä	103	144	-41	140
Eloperäiset maat	109	153	-44	140
Kivennäismaat	101	142	-41	140
Säilörehu + heinä	97	151	-54	156
Eloperäiset maat	104	158	-54	151
Kivennäismaat	95	150	-55	157
Laidun	123	118	5	97
Eloperäiset maat	141	118	23	83
Kivennäismaat	121	119	2	98
Vilja	77	23	54	29
Eloperäiset maat	59	22	37	38
Kivennäismaat	80	23	57	28
Nurmi ja vilja yhteensä	92	92	0	101
Eloperäiset maat	90	103	-13	114
Kivennäismaat	92	91	1	98
Kaikki kasvit yhteensä	92	91	1	99

#### 3.1.1.4 Taseet nurmen eri satotasoilla

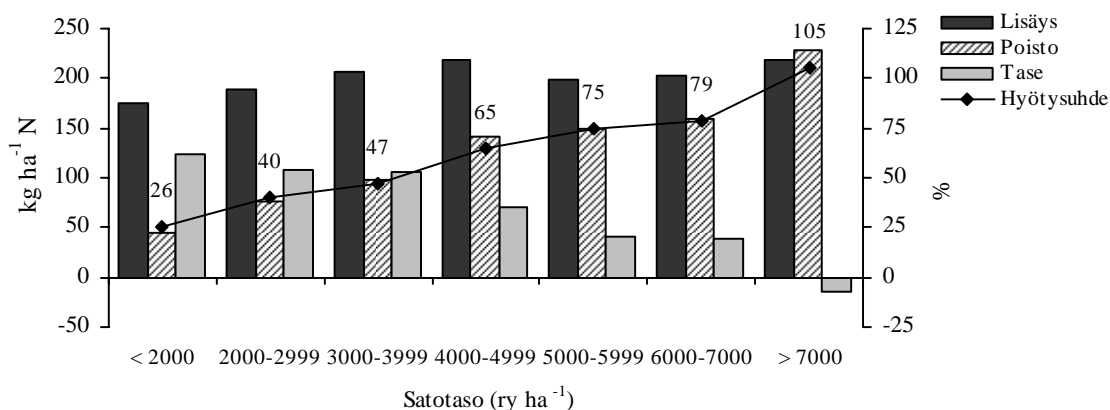
Nurmisadot laskettiin rehuyksiköinä (ry). Lohkokohtainen satotaso vaihteli välillä 900 - 9 700 ry ha<sup>-1</sup>. Rehuntuotantolohkoilta saatiin satoa enimmäkseen 3 000 - 6 000 ry ha<sup>-1</sup>, laidunlohkoilta taas 3 000 - 5 000 ry ha<sup>-1</sup>. Rehuntuotannon satotaso oli keskimäärin 1 000 ry ha<sup>-1</sup> suurempi kuin laidunten (taulukko 15).



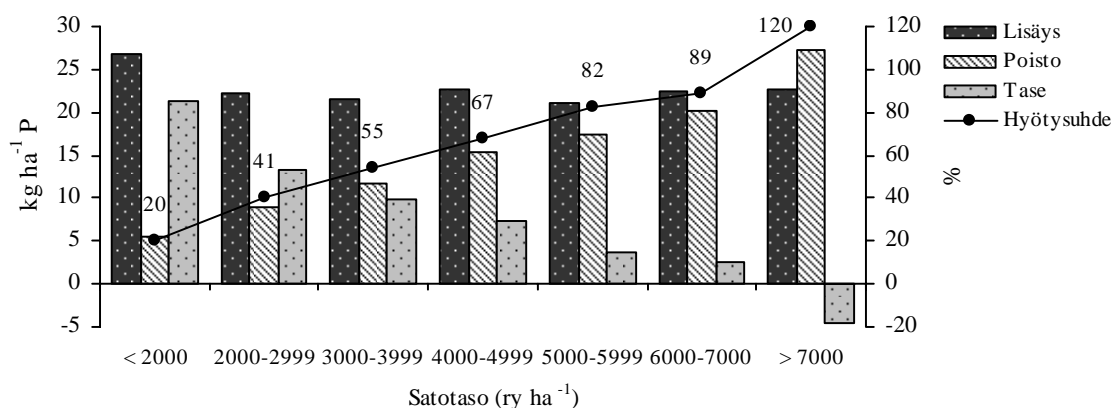
Taulukko 15. Viljelyala (%) ja keskimääräinen sato (ry ha<sup>-1</sup>) nurmien eri satotasoilla.

Satotaso (ry ha <sup>-1</sup> )	Rehulohkojen		Laidunlohkojen		Kaikkien nurmilohkojen	
	ala (%)	sato (ry ha <sup>-1</sup> )	ala (%)	sato (ry ha <sup>-1</sup> )	ala (%)	sato (ry ha <sup>-1</sup> )
< 2 000	4	1 500	8	1 900	5	1 600
2 000 - 2 999	13	2 700	17	2 400	14	2 600
3 000 - 3 999	23	3 500	33	3 300	25	3 500
4 000 - 4 999	22	4 500	33	4 500	24	4 500
5 000 - 5 999	20	5 400	9	5 500	17	5 400
6 000 - 7 000	12	6 500	0	0	10	6 400
> 7 000	6	8 500	0	0	5	8 500
<b>Yhteensä</b>	<b>100</b>	<b>4 600</b>	<b>100</b>	<b>3 600</b>	<b>100</b>	<b>4 400</b>

Typpeä tuli nurmille lannoitteissa ja laskeumana yhteensä keskimäärin 204 kg ha<sup>-1</sup>. Eri satotasoilla typpilisäyksessä oli pientä vaihtelua. Satotason ollessa alle 3 000 ry ha<sup>-1</sup> typen lisäys oli alle 200 kg ha<sup>-1</sup>. Voimakkaimmin lannoitettiin 4 000 - 4 999 ry ha<sup>-1</sup> sekä yli 7 000 ry ha<sup>-1</sup> tuottaneita nurmia, lähes 220 kg ha<sup>-1</sup>. Mitä suurempi sato saatiin, sitä enemmän pelloilta poistettiin typpeä. Satotason ollessa alle 4 000 ry ha<sup>-1</sup> typen poisto oli pienempää kuin ylijäämä. Tällöin hyötysuhde jäi alle 50 %:iin ja typpiylijäämää kertyi yli 100 kg ha<sup>-1</sup>. Satotason ollessa yli 7 000 ry ha<sup>-1</sup> typen poisto oli puolestaan suurempaa kuin lisäys ja tase oli 14 kg ha<sup>-1</sup> alijäämäinen. Keskimäärin nurmilta poistui typpeä 129 kg ha<sup>-1</sup> ja tase oli 75 kg ha<sup>-1</sup> (kuva 11, liite 2).

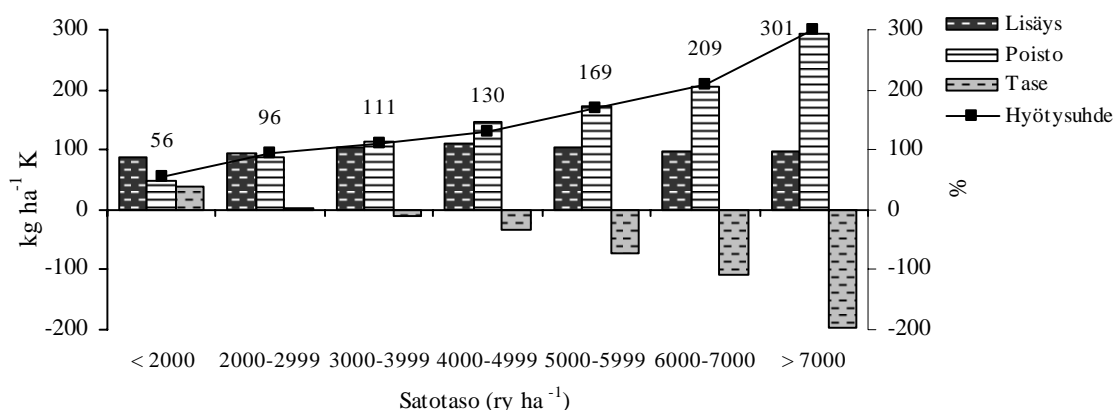
Kuva 11. Typen lisäys, poisto, tase (kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) nurmen eri satotasoilla (ry ha<sup>-1</sup>).

Fosforia lisättiin 21 - 23 kg ha<sup>-1</sup> kaikille paitsi alle 2 000 ry ha<sup>-1</sup> tuottaneille nurmille. Niille fosforia lisättiin keskimäärin 27 kg ha<sup>-1</sup>. Kun satotaso suurentui, pelloilta poistetun fosforin määrä kasvoi ja tase pieneni. Satotason ollessa vähintään 5 000 ry ha<sup>-1</sup> fosforin tase oli alle 5 kg ha<sup>-1</sup>. Kun satoa saatiin alle 3 000 ry ha<sup>-1</sup>, fosforin ylijäämä oli suurempaa kuin poisto. Alle 2 000 ry:n hehtaarisadolla fosforitase oli 21 kg ha<sup>-1</sup>, lähes yhtä suuri kuin fosforin lisäys muilla satotasoilla. Yli 7 000 ry:n hehtaarisadoilla fosforitase oli typen tavoin alijäämäinen (kuva 12, liite 2). Keskimääräinen nurmien fosforitase oli 8 kg ha<sup>-1</sup>.



Kuva 12. Fosforin lisäys, poisto, tase (kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) nurmen eri satotasoilla (ry ha<sup>-1</sup>).

Kaliumia lisättiin nurmille keskimäärin 103 kg ha<sup>-1</sup> sadon määrästä riippumatta. Satotason suurentuessa lohkoilta poistetun kaliumin määrä kasvoi jyrkästi, ja pääsääntöisesti nurmilta poistettiin kaliumia enemmän kuin niille lisättiin. Kun satotaso oli vähintään 5 000 ry ha<sup>-1</sup>, kaliumtase oli useita kymmeniä - satoja kiloja alijäämäinen ja hyötysuhde selvästi yli 100 % (kuva 13, liite 2). Nurmien keskimääräinen kaliumtase oli -41 kg ha<sup>-1</sup>.



Kuva 13. Kaliumin lisäys, poisto, tase (kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) nurmen eri satotasoilla (ry ha<sup>-1</sup>).

### 3.1.1.5 Taseet viljan eri satotasoilla

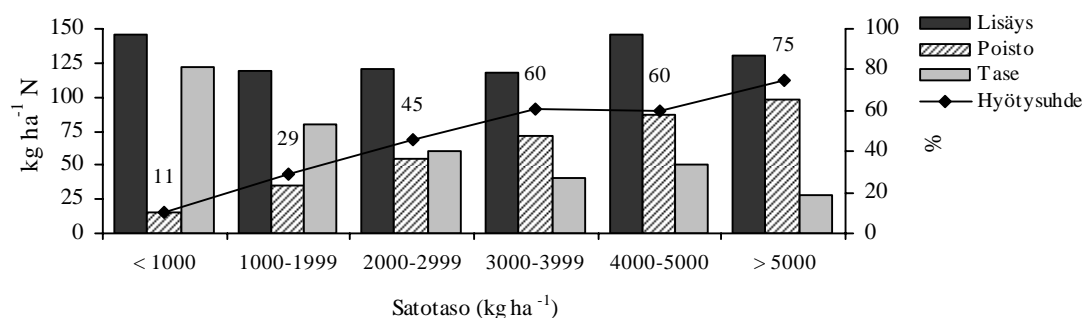
Viljalohkojen satotaso vaihteli välillä 400 - 6 000 kg ha<sup>-1</sup>. Enimmäkseen satoa korjattiin kuitenkin 1 000 - 4 000 kg ha<sup>-1</sup>, ja keskimääräinen satotaso oli 2 700 kg ha<sup>-1</sup>. Kauraa ja ohraa viljeltiin keskimäärin yhtä paljon, mutta ohraa viljeltiin korkeilla satotasoilla enemmän (taulukko 16). Viljelijöiden mukaan sato jäi lähinnä kuivuuden takia tavanomaista pienemmäksi ja kuivuus heikensi viljasatoja suhteellisesti enemmän kuin nurmisatoja.

Typillisäys vaihteli viljalohkoilla jonkin verran satotason mukaan. Satotason ollessa 1 000 - 4 000 kg ha<sup>-1</sup> typpilisäys oli keskimäärin n. 120 kg ha<sup>-1</sup>, yli 5 000 kg:n hehtaarisadoilla puolestaan 130 kg ha<sup>-1</sup>. Alle 1 000 kg ha<sup>-1</sup> sekä 4 000 - 5 000 kg ha<sup>-1</sup> tuottaneilla lohkoilla kokonaistypen lisäys oli suurempaa: lannoituksessa käytettiin enemmän karjanlantaa, jonka sisältämästä tuestä vain osa laskettiin lannoitus suunnitelmissa kasveille käyttökelpoiseksi tuesti. Satotason kasvaessa lohkoilta poistetun

typen määrä kasvoi ja typpitase pääosin pieneni. Suurillakin sadoilla syntyi kuitenkin ylijäämää. Alle 3 000 kg ha<sup>-1</sup> satotasoilla typpitase oli suurempi kuin poistetun typen määrä (kuva 14, liite 2). Keskimääräinen viljalohkojen typpitase oli 60 kg ha<sup>-1</sup> ja hyötysuhde 46 %.

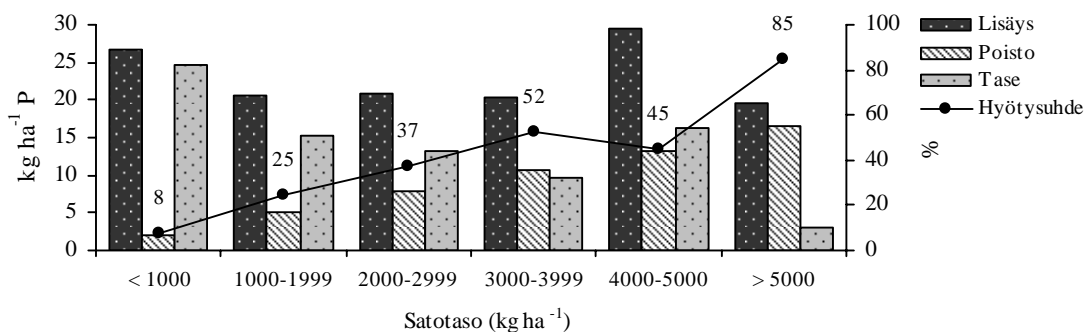
Taulukko 16. Viljan viljelyala (ha, %) sekä kauran ja ohran osuudet (%) viljelyalasta eri satotasoilla.

Satotaso (ry ha <sup>-1</sup> )	Viljalohkojen ala (ha)	ala (%)	sato (kg ha <sup>-1</sup> )	Kauran osuus (%)	Ohran osuus (%)
< 1 000	19,14	4	700	100	0
1 000 - 1 999	133,14	27	1 600	30	70
2 000 - 2 999	155,14	31	2 400	64	36
3 000 - 3 999	118,65	24	3 300	52	48
4 000 - 5 000	42,59	8	4 200	41	59
> 5 000	28,31	6	5 400	36	64
Yhteensä	496,97	100	2 700	50	50



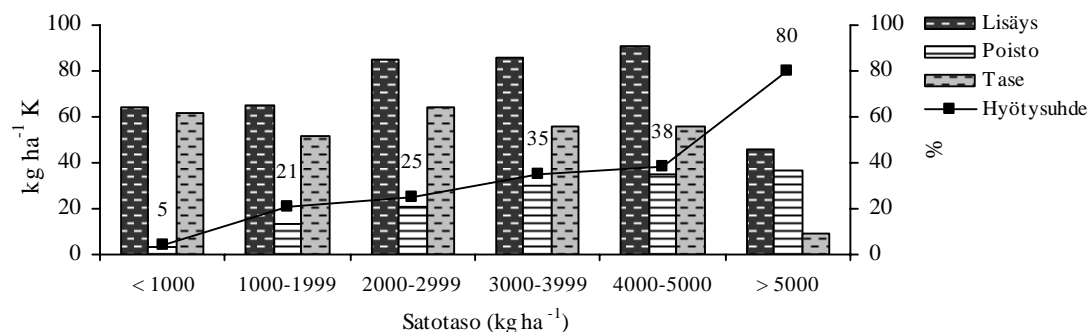
Kuva 14. Typen lisäys, poisto, tase (kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) viljan eri satotasoilla (kg ha<sup>-1</sup>).

Fosforia lisättiin typen tavoin eniten satotasoilla 4 000 - 5 000 kg ha<sup>-1</sup> (30 kg ha<sup>-1</sup>) sekä alle 1 000 kg ha<sup>-1</sup> (27 kg ha<sup>-1</sup>). Fosforitase pääsääntöisesti pieneni satotason kasvaessa. Kuitenkin 4 000 - 5 000 kg ha<sup>-1</sup> tuottaneilla viljalohkoilla fosforitase oli suurempi kuin satotasoilla 2 000 - 3 999 kg ha<sup>-1</sup> voimakkaamman lannoituksen takia. Lähes kaikilla satotasoilla ylijäämä oli suurempaa kuin lohkoilta poistettu fosforimäärä. Pääosin hyötysuhdekin jäi siten alle 50 %:iin. Vain yli 5 000 kg ha<sup>-1</sup> tuottaneilla lohkoilla fosforitase oli alle 10 kg ha<sup>-1</sup> ja fosforin hyväksikäyttö selvästi suurempaa kuin lisäys (kuva 15, liite 2). Keskimäärin viljalohkoille jäi 13 kg ha<sup>-1</sup> fosforia hyväksikäyttöasteen ollessa 39 %.



Kuva 15. Fosforin lisäys, poisto, tase (kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) viljan eri satotasoilla (kg ha<sup>-1</sup>).

Kaliumia lisättiin viljalle keskimäärin  $77 \text{ kg ha}^{-1}$ , vähiten yli  $5\,000 \text{ kg ha}^{-1}$  tuottaneille lohkoille ja eniten satotasoilla  $2\,000 - 5\,000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Lähes kaikilla lohkoilla ylijäämä oli suurempaa kuin sadon mukana poistettu kaliumin määrä, vaikka runsaasti kaliumia sisältävien olkien keräys oli tiloilla yleistä. Kaliumtase oli keskimäärin  $55 \text{ kg ha}^{-1}$  eikä se juuri vaihdellut satotason mukaan suurimpia satoja lukuun ottamatta (kuva 16, liite 2). Kaliumin hyötysuhde viljalohkoilla oli keskimäärin 29 %.



Kuva 16. Kaliumin lisäys, poisto, tase ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) ja hyötysuhde (%) viljan eri satotasoilla ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

### 3.1.2 Tilakohtaiset peltotaseet

#### 3.1.2.1 Tilojen viljelytiedot

Tilakohtaiset peltotaseet laskettiin 28 maitotilalle. Kaikilla tiloilla viljeltiin nurmia sekä kahta tilaa lukuun ottamatta rehuviljaa (ohraa, kauraa tai molempia). Yhdellä tilalla viljeltiin lisäksi ruista, yhdellä sokerijuurikasta ja kahdella rypsiä. Nuorkarjaa laidunnettiin pelloilla 27 tilalla, lehmiiä 26 tilalla, hevosia viidellä ja lampaista yhdellä tilalla. Tilojen viljelyala vaihteli välillä 21 - 89 ha. Keskimäärin peltoa oli viljelyssä n. 43 ha maatilaa kohti (taulukko 17).

Taulukko 17. Eri kasvien viljelyalat (ha) tilaa kohti ja yhteensä sekä osuus (%) koko viljelyalasta.

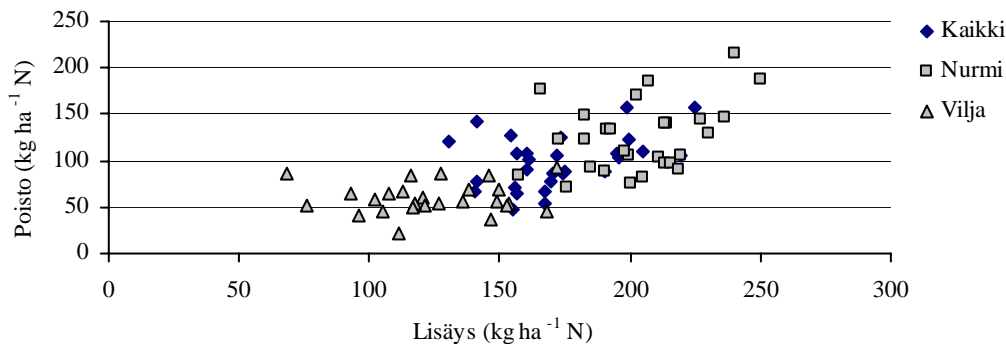
Kasvi	Viljelyala tilaa kohti			Viljelyala yhteensä (ha)	osuus (%)
	keskimäärin	minimi	maksimi		
Nurmi	23,98	14,88	43,72	671,41	56
- säilörehu, heinä	18,72	10,05	39,39	524,10	44
- laidun	5,26	0,00	12,39	147,31	12
Vilja	17,75	0,00	46,79	496,97	41
Nurmi + vilja	41,73	21,35	75,83	1 168,38	97
Muut	1,20	0,00	13,53	33,72	3
Yhteensä	42,93	21,35	88,91	1 202,10	100

#### 3.1.2.2 Tilakohtaiset peltojen tyyppitaseet

Typhen lisäys maitotilojen pelloille vaihteli tilakohtaisesti välillä  $130 - 225 \text{ kg ha}^{-1}$ , yhteensä  $3\,900 - 14\,800 \text{ kg}$  vuodessa. Tilojen viljelypinta-ala ei vaikuttanut hehtaarikohtaiseen typhen lisäykseen. Nurmille ( $160 - 250 \text{ kg ha}^{-1}$ ) tuli kaikilla tiloilla enemmän tyyppiä kuin viljoille ( $70 - 170 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Mitä voimakkaampaa lannoitus oli nurmi-

lohkoilla, sitä voimakkaampaa se oli yleensä myös viljalohkoilla. Typpilannoituksesta 13 - 45 % (20 - 80 kg ha<sup>-1</sup>) lisättiin pelloille karjanlannan mukana ja 50 - 80 % (70 - 160 kg ha<sup>-1</sup>) kemiallisissa lannoitteissa. Lisäyksestä 2 - 20 % (5 - 35 kg ha<sup>-1</sup>) tuli laskeuman, kylvösiementen ja typensidonnan mukana.

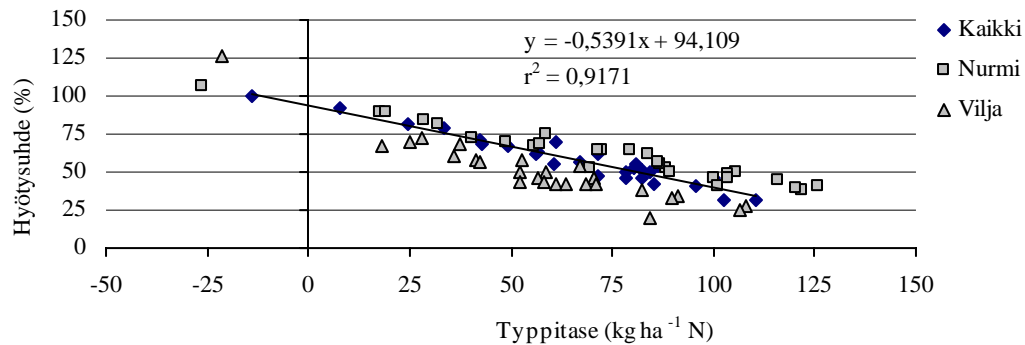
Typpeä poistettiin eri tilojen pelloilta sadon, olkien ja naattien mukana keskimäärin 50 - 160 kg ha<sup>-1</sup>, yhteensä 1 600 - 8 000 kg tilaa kohti. Lannoituksessa käytetyn karjanlannan määrästä, typpipitoisuudesta ja levitystavasta riippuen typpeä myös haihtui pelloilta 1 - 13 kg ha<sup>-1</sup>. Typen poisto nurmilohkoilta (70 - 220 kg ha<sup>-1</sup>) oli voimakkaampaa kuin viljalohkoilta (20 - 90 kg ha<sup>-1</sup>), koska nurmilta kerättiin yleensä kaksi satoa. Myös nurmien valkuaispitoisuus varsinkin ensimmäisessä sadossa oli korkea verrattuna viljaan. Pelloille lisätyn ja niiltä poistetun typpimäärän välillä ei ollut selvää yhteyttä. Esimerkiksi tiloilla, joiden pelloille lisättiin typpeä keskimäärin 170 kg ha<sup>-1</sup>, poistetun typen määrä vaihteli välillä 50 - 120 kg ha<sup>-1</sup>, ja kun typpeä poistettiin 100 - 110 kg ha<sup>-1</sup>, typen lisäys vaihteli välillä 160 - 220 kg ha<sup>-1</sup> (kuva 17). Haihdunnan ja poiston summana tilojen pelloilta poistui typpeä 50 - 170 kg ha<sup>-1</sup>, yhteensä 1 700 - 8 400 kg tilaa kohti vuodessa.



Kuva 17. Typen lisäys ja poisto (kg ha<sup>-1</sup>) 28 maitotilan vilja-, nurmi- ja kaikilla lohkoilla yhteensä.

Typpitase määräytyi lisäyksen ja poiston erotuksena. Tilojen keskimääräinen typpitase vaihteli välillä -10 - 110 kg ha<sup>-1</sup> ja oli yhteensä -400 - 9 800 kg ha<sup>-1</sup>. Tilakohtainen vaihtelu oli siis hyvin voimakasta. Noin puolella tiloista nurmien typpiylijäämä (20 - 130 kg ha<sup>-1</sup>) oli voimakkaampaa kuin viljojen (20 - 110 kg ha<sup>-1</sup>). Myös typpialijäämää syntyi, yhdellä tilalla nurmen ja yhdellä viljan viljelyssä. Tilojen koko ei vaikuttanut hehtaariohtaiseen typpitaseeseen. Eniten kokonaisylijäämää syntyi sellaisilla isoilla tiloilla, joiden hehtaariohtainen typpiylijäämä oli voimakasta.

Typen hyötysuhde maitotilojen pelloilla oli keskimäärin 30 - 100 %. Pääsääntöisesti typpitase oli sitä pienempi, mitä parempi oli hyötysuhde (kuva 18). Osalla tiloista nurmenviljelyn hyötysuhde (40 - 110 %) oli suurempi kuin viljanviljelyn (20 - 130 %), osalla päinvastoin. Yhtä suurella hyötysuhteella nurmien typpiylijäämä oli kuitenkin lähes poikkeuksetta voimakkaampaa kuin viljoilla. Esimerkiksi n. 40 %:n hyötysuhteella viljanviljelyn typpitase oli 50 - 90 kg ha<sup>-1</sup> ja nurmenviljelyn 100 - 130 kg ha<sup>-1</sup>.



Kuva 18. Typen hyväksikäytön ja taseen suhde 28 maitotilan vilja-, nurmi- ja kaikilla lohkoilla keskimäärin. Regressioyhtälö ja selityssaste laskettiin kaikkien lohkojen keskiarvoille.

Typen lisäys, poisto, tase ja hyötysuhde vaihtelivat 28 maitotilan pelloilla suuresti. Myös tilojen pinta-aloissa oli moninkertaisia eroja. Keskimääräinen yhden tilan viljelyala oli n. 43 ha. Typpilisäys yhden maitotilan pelloille oli keskimäärin n. 7 300 kg vuodessa. Lisäyksestä 67 % tuli nurmille, 30 % viljalohkoille ja loput muille viljelykasveille. Typeä poistettiin pelloilta keskimäärin n. 4 000 kg, josta nurmilta 73 % ja viljalohkoilta 25 %. Ylijäämää syntyi keskimäärin 69 kg ha<sup>-1</sup>, yhteensä lähes 3 000 kg vuodessa. Ylijäämästä 60 % jäi nurmipelloille ja 36 % viljapelloille. Nurmien typpiyli jäämästä n. 2/3 jäi rehuntuotantolohkoille ja 1/3 laitumille. Hehtaarikohtainen ylijäämä oli laitumilla kuitenkin noin kaksinkertaista muihin nurmiin verrattuna (taulukko 18).

Taulukko 18. Typen lisäys, poisto, haihdunta, tase (kg yhteensä, kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) keskimäärin yhden maitotilan peltoalaa kohti. Rehu = säilörehu + kuiva heinä, N = nurmi, V = vilja.

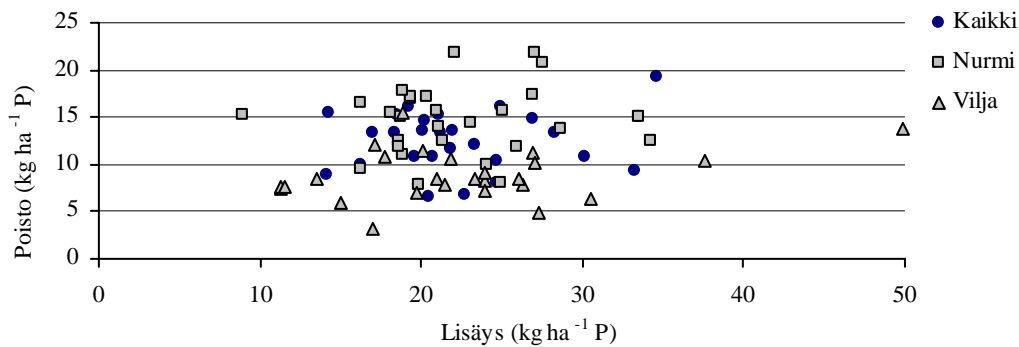
Typpi	Viljelykasvi			Vilja	N + V	Pellot yht.
	Nurmi	Rehu	Laidun			
Lisäys (kg yhteensä)	4 900	3 680	1 220	2 190	7 090	7 280
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	204	196	233	123	170	170
- kem. lannoitteissa (kg ha <sup>-1</sup> )	159	161	151	55	115	115
- karjanlannassa (kg ha <sup>-1</sup> )	37	25	77	60	47	47
- karjanlannassa (%)	18	13	33	49	27	28
Poisto (kg yhteensä)	2 980	2 440	540	1 010	3 990	4 060
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	124	130	102	57	96	95
Haihdunta (kg yhteensä)	130	90	40	110	240	240
Haihdunta (kg ha <sup>-1</sup> )	5	5	8	6	6	6
Tase (kg yhteensä)	1 790	1 150	640	1 070	2 860	2 980
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	75	61	123	60	69	69
Hyötysuhde (%)	61	66	44	46	56	56

### 3.1.2.3 Tilakohtaiset peltojen fosforitaseet

Maitotilojen pelloille lisättiin fosforia keskimäärin 14 - 35 kg ha<sup>-1</sup>, yhtä tilaa kohti yhteensä 400 - 2 600 kg vuodessa. Viljalohkoille lisätty fosforin määrä (10 - 50 kg ha<sup>-1</sup>) vaihteli eri tiloilla vähän enemmän kuin nurmille lisätty (10 - 35 kg ha<sup>-1</sup>). Kuitenkin sekä nurmille että viljoille lisättiin fosforia keskimäärin 21 - 22 kg ha<sup>-1</sup>. Noin puolella tiloista nurmien fosforilannoitus oli voimakkaampaa kuin viljalohkojen, noin puolella taas päinvastoin. Lisäyksestä 23 - 64 % (4 - 18 kg ha<sup>-1</sup>) tuli karjanlannasta ja 35 - 76 % (7 - 23 kg ha<sup>-1</sup>) kemiallisista ostolannoitteista. Keskimäärin 1 % lisäyksestä tuli pelloille

kylvösiemenissä. Viljelypinta-alalla ei ollut selvää vaikutusta fosforilannoituksen voimakkuuteen. Eniten ( $30 - 35 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$ ) lannoitettujen tilojen pinta-ala vaihteli välillä  $40 - 80 \text{ ha}$ , vähiten lannoitettujen ( $14 - 18 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$ ) tilojen taas välillä  $30 - 60 \text{ ha}$ .

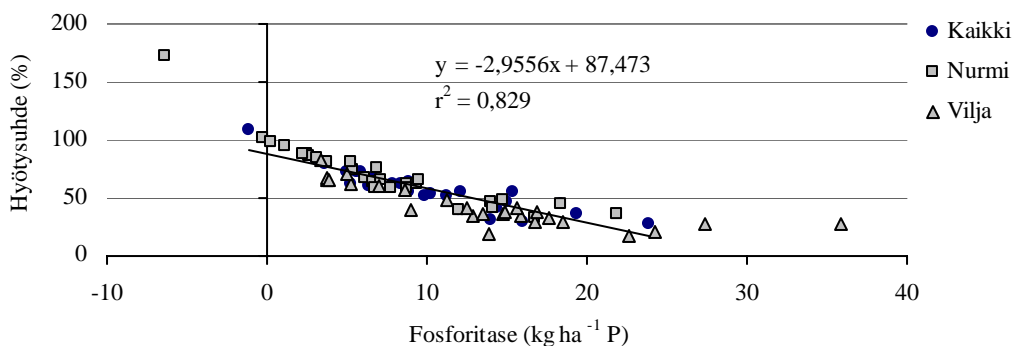
Pelloilta poistetun fosforin määrä vaihteli eri tiloilla keskimäärin välillä  $6 - 19 \text{ kg ha}^{-1}$  (kuva 19). Yhteensä pelloilta poistettiin fosforia  $170 - 810 \text{ kg}$  vuodessa. Fosforia poistettiin nurmilta ( $8 - 22 \text{ kg ha}^{-1}$ ) enemmän kuin viljalohkoilta ( $3 - 16 \text{ kg ha}^{-1}$ ) kaikilla paitsi yhdellä tilalla. Typen tavoin pelloille lisätyn ja niiltä poistetun fosforimäärän välillä ei ollut yhteyttä. Sadon fosforipitoisuus vaihteli typpipitoisuuteen verrattuna vain vähän.



Kuva 19. Fosforin lisäys ja poisto ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ P}$ ) 28 maitotilan vilja-, nurmi- ja kaikilla lohkoilla yhteensä.

Tilakohtainen peltojen fosforitase vaihteli välillä  $-1 - 24 \text{ kg ha}^{-1}$ . Yhteensä tase oli  $-50 - 1\,860 \text{ kg}$  vuodessa. Vaihtelu tilojen välillä oli typpitaseen tavoin hyvin voimakasta (kuva 20). Enimmäkseen viljalohkojen fosforitase ( $3 - 36 \text{ kg ha}^{-1}$ ) oli tiloilla nurmien fosforitasetta ( $-6 - 22 \text{ kg ha}^{-1}$ ) suurempi. Kahdella tilalla nurmien fosforitase oli alijäämäinen, toisella niistä myös kaikkien lohkojen keskimääräinen tase.

Fosforin keskimääräinen hyväksikäyttöaste ( $30 - 110 \%$ ) maitotilojen pelloilla oli lähellä typen hyväksikäyttöä ( $30 - 100 \%$ ). Fosforin hyötysuhde nurmilla ( $30 - 170 \%$ ) oli lähes joka tilalla viljalohkojen hyötysuhdetta ( $20 - 80 \%$ ) korkeampi (kuva 20). Hyötysuhteen kasvaessa tase yleensä pieneni. Hyötysuhteen perusteella taseen suuruutta oli kuitenkin hankalaa arvioida. Esimerkiksi n.  $40 \%$ :n hyötysuhteella fosforitase oli pienimmillään  $9 \text{ kg ha}^{-1}$  ja suurimmillaan  $22 \text{ kg ha}^{-1}$ .



Kuva 20. Fosforin hyväksikäytön ja taseen suhde 28 maitotilan vilja-, nurmi- ja kaikilla lohkoilla keskimäärin. Regressioyhtälö ja selitysasaste laskettiin kaikkien lohkojen keskiarvoille.

Typpi- ja fosforitaseiden välillä ei ollut selvää yhteyttä. Esimerkiksi tilakohtaisen peltojen typpitaseen ollessa n. 80 kg ha<sup>-1</sup> (7 tilaa) fosforitase oli 4 - 19 kg ha<sup>-1</sup>. Fosforitaseen ollessa 8 - 10 kg ha<sup>-1</sup> (6 tilaa) typpitase oli pienimmillään -14 kg ha<sup>-1</sup> ja suurimmillaan 78 kg ha<sup>-1</sup>. Kuitenkin typpitaseen ollessa alle 50 kg ha<sup>-1</sup> fosforitase oli pienempi kuin 10 kg ha<sup>-1</sup>, ja kun tilakohtainen typpitase oli vähintään 100 kg ha<sup>-1</sup>, fosforitase oli suurempi kuin 10 kg ha<sup>-1</sup>.

Pinta-alaltaan n. 43 ha olevan maitotilan pelloille lisättiin fosforia keskimäärin 960 kg vuodessa (taulukko 19). Lisäyksestä 40 % tuli karjanlannasta. Kokonaisfosforista 55 % levitettiin nurmille, 40 % viljapelloille ja loput muille kasveille. Pelloilta poistettiin yhteensä 510 kg fosforia, josta 29 % vilja- ja 69 % nurmilohkoilta. Ylijäämää syntyi yhteensä 450 kg. Siitä noin puolet jäi viljanviljelyssä olleille pelloille, 40 % nurmille ja loput muiden kasvien viljelyalalle. Nurmien ylijäämäfosforista yli 70 % jäi rehuntuotannossa olleille lohkoille. Laidunten fosforitase oli kuitenkin 3 kg ha<sup>-1</sup> muita nurmia suurempi.

Taulukko 19. Fosforin lisäys, poisto, haihdunta, tase (kg yhteensä, kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) keskimäärin yhden maitotilan peltoalaa kohti. Rehu = säilörehu + kuiva heinä, N = nurmi, V = vilja.

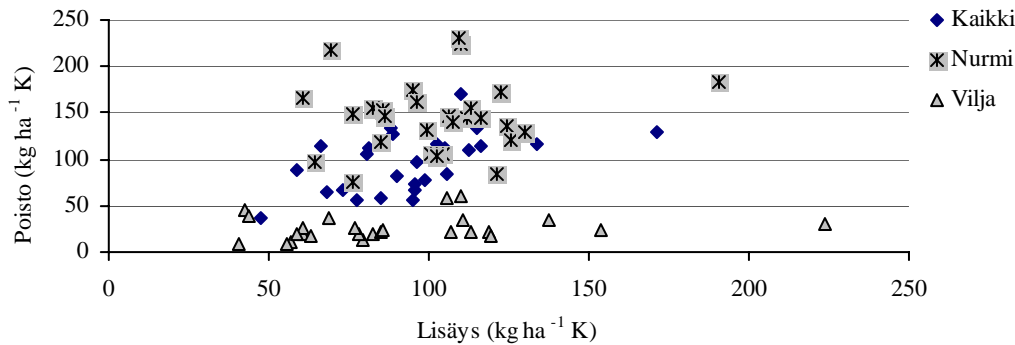
Fosfori	Viljelykasvi					
	Nurmi	Rehu	Laidun	Vilja	N + V	Pellot yht.
Lisäys (kg yhteensä)	530	410	120	380	910	960
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	22	22	23	22	22	22
- kem. lannoitteissa (kg ha <sup>-1</sup> )	16	18	9	8	13	13
- karjanlannassa (kg ha <sup>-1</sup> )	6	4	14	13	9	9
- karjanlannassa (%)	27	17	59	60	41	40
Poisto (kg yhteensä)	350	280	70	150	500	510
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	14	15	13	9	12	12
Tase (kg yhteensä)	180	130	50	230	410	450
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	8	7	10	13	10	11
Hyötysuhde (%)	65	67	57	39	54	53

#### 3.1.2.4 Tilakohtaiset peltojen kaliumtaseet

Pelloille lisättiin kaliumia eri tiloilla 50 - 170 kg ha<sup>-1</sup>, yhteensä 1 700 - 7 400 kg vuodessa. Lisäys nurmille (60 - 190 kg ha<sup>-1</sup>) oli useimmilla tiloilla voimakkaampaa kuin viljoille (40 - 220 kg ha<sup>-1</sup>). Lisäyksestä 30 - 90 % (20 - 100 kg ha<sup>-1</sup>) oli peräisin karjanlannasta ja 15 - 70 % (20 - 80 kg ha<sup>-1</sup>) kemiallisista lannoitteista. Karjanlannan osuus viljalohkojen kaliumlannoituksessa oli keskimäärin suurempi kuin nurmien lannoituksessa.

Kaliumia poistettiin pelloilta keskimäärin 40 - 170 kg ha<sup>-1</sup>, yhteensä 1 600 - 7 600 kg tilaa kohti. Nurmisatoihin (80 - 230 kg ha<sup>-1</sup>) sitoutui kaliumia joka tilalla selvästi enemmän kuin viljasatoihin (10 - 60 kg ha<sup>-1</sup>), koska nurmilla sekä sato että kaliumpitoisuus olivat suurempia kuin viljoilla (kuva 21).

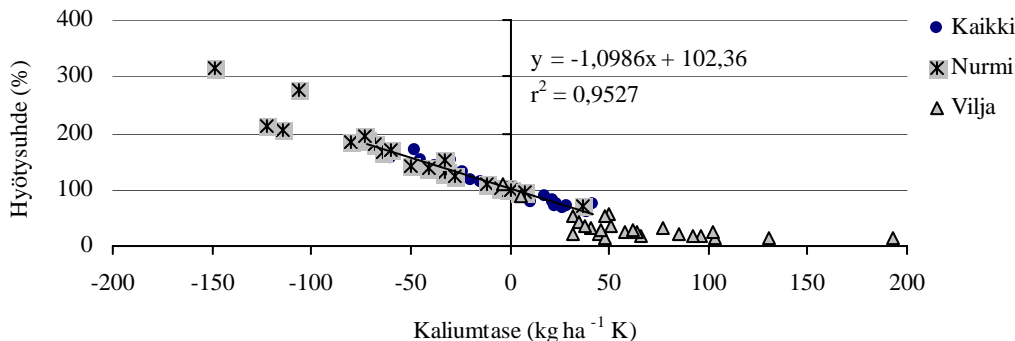




Kuva 21. Kaliumin lisäys ja poisto ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) 28 maitotilan vilja-, nurmi- ja kaikilla lohkoilla yhteensä.

Kaliumin tilakohtaisissa peltotaseissa oli tyypeen ja fosforiin verrattuna eniten alijäämää. Tase vaihteli välillä  $-70 - 40 \text{ kg ha}^{-1}$  ja oli yhteensä  $-2\,300 - 2\,300 \text{ kg}$  yhtä tilaa kohti (kuva 22). Lähes puolet tiloista oli kaliumtaseeltaan alijäämäisiä. Viljanviljelyssä kaliumin alijäämää syntyi vain yhdellä tilalla, mutta nurmenviljelyssä 24 tilalla. Viljoilla kaliumtase vaihteli välillä  $-4 - 190 \text{ kg ha}^{-1}$  ja nurmilla välillä  $-150 - 40 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Kaliumin keskimääräinen hyötysuhde maitotilojen pelloilla oli  $60 - 190 \%$  (kuva 22). Viljanviljelyssä hyötysuhde ylitti  $100 \%$  vain yhdellä tilalla, nurmenviljelyssä sen sijaan kaikilla paitsi neljällä tilalla. Nurmilla hyötysuhde ( $70 - 310 \%$ ) pääsääntöisesti parani taseen pienentyessä. Viljoilla hyötysuhteiden ( $10 - 110 \%$ ) tilakohtaiset erot olivat pienempiä ja tase saattoi vaihdella reilustikin. Esimerkiksi n.  $20 \%$ :n hyötysuhteella (9 tilaa) kaliumtase oli  $30 - 130 \text{ kg ha}^{-1}$  ja  $30 \%$ :n hyötysuhteella (8 tilaa)  $40 - 80 \text{ kg ha}^{-1}$ .



Kuva 22. Kaliumin hyväksikäytön ja taseen suhde 28 maitotilan vilja-, nurmi- ja kaikilla lohkoilla keskimäärin. Regressioyhtälö ja selitysaste laskettiin kaikkien lohkojen keskiarvoille.

Tyypen, fosforin ja kaliumin taseet vaihtelivat tilakohtaisesti riippuen eri kasvien viljelyaloista, satotaseista, lannoitteiden ravinnepitoisuuksista ja lannoituksen voimakkuudesta. Minkä tahansa ravinteiden tase saattoi olla alijäämäinen muiden ravinnetaseiden ollessa ylijäämäisiä tai päinvastoin. Osalla tiloista kaikkien kolmen ravinteiden taseet olivat suuria, osalla taas pieniä.

Maitotilojen pelloille lisättiin keskimäärin n.  $4\,000 \text{ kg}$  kaliumia vuodessa (taulukko 20). Vaihtelu oli voimakasta riippuen lannoitusvoimakkuudesta ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) ja tilan koosta (ha). Kaliumlisäyksestä n.  $1/3$  meni viljalohkoille ja  $2/3$  nurmille. Pelloilta poistettiin lähes yhtä paljon kaliumia kuin lisättiin. Ylijäämää kertyi vain  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  vuodessa, joten keskimäärin kaliumin hyväksikäyttö oli lähes  $100 \%$ . Nurmien kaliumtase oli laiturin lukuun ottamatta alijäämäinen, viljojen puolestaan ylijäämäinen.

Taulukko 20. Kaliumin lisäys, poisto, haihdunta, tase (kg yhteensä, kg ha<sup>-1</sup>) ja hyötysuhde (%) keskimäärin yhden maitotilan peltoalaa kohti. Rehu = säilörehu + kuiva heinä, N = nurmi, V = vilja.

Kalium	Viljelykasvi			Vilja	N + V	Pellot yht.
	Nurmi	Rehu	Laidun			
Lisäys (kg yhteensä)	2 460	1 820	640	1 370	3 830	3 950
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	103	97	123	78	92	92
- kem. lannoitteissa (kg ha <sup>-1</sup> )	65	67	56	18	45	46
- karjanlannassa (kg ha <sup>-1</sup> )	38	30	67	59	47	46
- karjanlannassa (%)	37	31	54	76	51	50
Poisto (kg yhteensä)	3 450	2 830	620	400	3 850	3 910
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	144	151	119	23	92	91
Tase (kg yhteensä)	-990	-1 010	20	970	-20	40
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	-41	-54	4	55	0	1
Hyötysuhde (%)	140	156	97	29	101	99

### 3.1.3 Peltotaseet sademääriltään erilaisilla alueilla

#### 3.1.3.1 Alueiden viljelytiedot

Tutkimusalue jaettiin kesän 1999 sademäärän perusteella (taulukko 1, ks. s. 10) neljään osaan. Eri alueilla oli 6 - 8 maatilaa. Alue 1 (sademäärä touko-elokuussa 216 mm) sijaitsi Etelä-Savossa Mikkelin pohjoispuolella, alue 2 (188 mm) Etelä-Karjalassa Lappeenranta - Jyväskylän -linjan koillispuolella, alue 3 (144 mm) Lappeenranta - Jyväskylä -linjan länsipuolella, Salpausselän pohjoispuolella ja alue 4 (115 mm) taas Salpausselän ja Saimaan kanavan eteläpuolella (kuva 4). Sateisimmalla alueella 1 tilojen koko oli vähän muita alueita pienempi, kuivimmalla ja eteläisimmällä alueella 4 taas suurempi. Alueiden 2 ja 4 tiloilla viljeltiin lähes yhtä paljon nurmia ja viljaa. Alueilla 1 ja 3, missä eläintiheys oli suurin, nurmia viljeltiin noin kahdella kolmasosalla tilojen peltoalasta (taulukko 21).

Taulukko 21. Maatilojen tietoja ja eri viljelykasvien osuudet sademääriltään erilaisilla alueilla. Lyhenne ey = eläinyksikkö, ks. s. 14.

Alue	Maatilojen numerot	Viljelyala ha yht.	ha tila <sup>-1</sup>	Eläintiheys ey ha <sup>-1</sup>	Viljelykasvin osuus (%)		
					nurmet	viljat	muut
1	1 - 6	206	34	1,08	67	33	0
2	7 - 14	341	43	0,74	51	45	4
3	15 - 22	350	44	0,90	62	38	0
4	23 - 28	305	51	0,74	47	46	7

#### 3.1.3.2 Tyypitaseet eri alueilla

Nurmi- ja viljasadot olivat pienimpiä vähäsateisimmalla alueella 4 (taulukko 22), missä touko-heinäkuun sademäärä oli yhteensä vain n. 70 mm. Ensimmäinen nurmisato korjattiin alueella kesäkuussa, mutta toinen keskimäärin vasta elo-syyskuussa. Kuivuus heikensi kasvien kasvua myös alueella 3. Suurimmat sadot saatiin alueella 2, missä touko- ja kesäkuussa satoi enemmän kuin muilla alueilla. Lähes yhtä suuret sadot saatiin

alueella 1, missä heinäkuun sademäärä oli yli kaksinkertainen muihin alueisiin verrattuna. Alueella 1 satoi heinäkuussa yhtä paljon kuin alueella 4 neljän kuukauden aikana.

Taulukko 22. Typpitaseen tekijät eri kasveilla touko-elokuun sademääriltään (mm) erilaisilla alueilla.

	Alue 1 216 mm	Alue 2 188 mm	Alue 3 144 mm	Alue 4 115 mm	Keskiarvo
<b>Nurmi</b>					
Satotaso (ry ha <sup>-1</sup> )	4 700	5 000	4 400	3 500	4 400
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	205	200	205	210	205
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	135	130	115	115	125
Haihdunta (kg ha <sup>-1</sup> )	5	5	5	5	5
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	65	65	85	90	75
Hyötysuhde (%)	65	65	55	55	61
<b>Vilja</b>					
Satotaso (kg ha <sup>-1</sup> )	3 000	3 200	2 300	2 200	2 700
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	120	125	125	125	125
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	65	65	50	50	60
Haihdunta (kg ha <sup>-1</sup> )	10	5	10	5	5
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	45	55	65	70	60
Hyötysuhde (%)	55	50	40	40	45
<b>Kaikki yhteensä</b>					
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	180	165	175	165	170
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	115	100	95	80	95
Haihdunta (kg ha <sup>-1</sup> )	5	5	5	5	5
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	60	60	75	80	70
Hyötysuhde (%)	65	60	55	50	55

Nurmi- ja viljalohkojen typpilannoitus oli kaikilla alueilla lähes yhtä voimakasta (taulukko 22). Alueella 1 satotaso oli vähän pienempi kuin alueella 2, mutta sadon korkeamman valkuaispitoisuuden takia tyypeä poistettiin pelloilta suunnilleen yhtä paljon. Vastaavasti alueella 4 sadon valkuaispitoisuus oli suurempi kuin alueella 3. Typen ylijäämä oli runsassateisemmilla alueilla 1 ja 2 vähäisempää kuin kuivemmilla alueilla 3 ja 4 kaikilla kasveilla.

### 3.1.3.3 Fosforitaseet eri alueilla

Kokonaisfosforin lisäys pelloille oli voimakkainta sateisimmalla alueella 1, missä eläintiheys oli suurin. Alueen fosforilisäyksestä kuitenkin vain 37 % tuli karjanlannasta, muilla alueilla 38 - 42 %. Nurmien fosforilannoitus (19 - 27 kg ha<sup>-1</sup>) vaihteli alueittain enemmän kuin viljojen (20 - 25 kg ha<sup>-1</sup>). Fosforia poistettiin pelloilta sitä enemmän, mitä suurempi oli satotaso. Vilja- ja varsinkin nurmikasveilla fosforiylijäämää syntyi vähiten alueella 2, missä sadot olivat suurimpia ja touko-kesäkuussa satoi eniten. Kaikkien lohkojen keskimääräinen fosforitase oli alueen 2 kanssa lähes yhtä suuri vähäsateisella alueella 3 sekä kuivalla alueella 4. Alueella 3 nurmenviljelyala ja siten fosforin poisto pelloilta oli kokonaisuudessaan suurempaa kuin alueella 2. Alueella 4 puolestaan lannoitus oli vähäisempää kuin alueella 2. Runsassateisimmalla alueella 1 fosforiylijäämää syntyi hyvistä sadoista huolimatta eniten, koska lannoitus oli satoon verrattuna voimakkainta (taulukko 23).

Taulukko 23. Fosforitaseen tekijät eri kasveilla touko-elokuun sademääriltään (mm) erilaisilla alueilla.

	Alue 1 216 mm	Alue 2 188 mm	Alue 3 144 mm	Alue 4 115 mm	Keskiarvo
Nurmi					
Satotaso (ry ha <sup>-1</sup> )	4 700	5 000	4 400	3 500	4 400
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	27	20	23	19	22
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	16	16	14	11	14
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	11	4	9	8	8
Hyötysuhde (%)	59	80	63	59	65
Vilja					
Satotaso (kg ha <sup>-1</sup> )	3 000	3 200	2 300	2 200	2 700
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	25	22	20	20	22
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	9	10	7	7	9
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	16	12	13	13	13
Hyötysuhde (%)	38	46	37	34	39
Kaikki yht.					
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	26	23	22	20	22
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	13	13	12	9	12
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	13	10	10	11	10
Hyötysuhde (%)	53	57	53	46	53

### 3.1.3.4 Kaliumtaseet eri alueilla

Kaliumlannoituksen voimakkuus vaihteli eri alueilla ja kasveilla. Nurmien lannoitus oli voimakkainta alueella 2 ja vähäisintä alueella 1, missä kuitenkin viljoja lannoitettiin kaliumilla eniten. Eteläisimmällä alueella 4 viljojen kaliumlannoitus oli selvästi muita vähäisempää. Nurmien kaliumtase oli alijäämäisin ja viljan tase ylijäämäisin sateisimmalla alueella 1. Kuivimmalla alueella 4 taas yli- ja alijäämää syntyi eri kasveilla vähiten (taulukko 24). Tyypeen ja fosforiin verrattuna kaliumin hyötysuhde eri alueilla oli korkeampi, mutta vaihtelu kasvien välillä voimakkaampaa.

Taulukko 24. Kaliumtaseen tekijät eri kasveilla touko-elokuun sademääriltään (mm) erilaisilla alueilla.

	Alue 1 216 mm	Alue 2 188 mm	Alue 3 144 mm	Alue 4 115 mm	Keskiarvo
Nurmi					
Satotaso (ry ha <sup>-1</sup> )	4 700	5 000	4 400	3 500	4 400
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	90	110	105	100	105
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	155	160	145	115	145
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	-65	-50	-40	-15	-40
Hyötysuhde (%)	170	145	135	115	140
Vilja					
Satotaso (kg ha <sup>-1</sup> )	3 000	3 200	2 300	2 200	2 700
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	100	80	85	55	75
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	30	30	20	15	20
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	70	50	65	40	55
Hyötysuhde (%)	30	35	25	25	30
Kaikki yht.					
Lisäys (kg ha <sup>-1</sup> )	95	100	100	75	90
Poisto (kg ha <sup>-1</sup> )	115	100	100	60	90
Tase (kg ha <sup>-1</sup> )	-20	0	0	15	0
Hyötysuhde (%)	120	100	100	80	100

## 3.2 Karjan taseet

### 3.2.1 Ruokinnan ja eläinten tiedot

Karjan taseiden laskemiseksi selvitettiin eläinmäärät, karjan syömät rehut, karjasuojassa käytetyt kuivikkeet sekä tilalta myyty maitomäärä. Eläinten määrä maitotiloilla vaihteli. Lehmiä oli yhdellä tilalla vähimmillään 15 ja enimmillään 40 (taulukko 25). Nuorkarjaa (hiehoja ja alle 0,5 vuotta vanhoja vasikoita) tiloilla oli yleensä suunnilleen yhtä paljon kuin lehmiä. Tilojen eläintiheys (eläinyksikköinä, ey, ks. s. 14) vaihteli välillä 0,40 - 1,89 ey ha<sup>-1</sup> ja oli keskimäärin 0,84 ey ha<sup>-1</sup>.

Taulukko 25. Eläinten määrä ja eläintiheys 28 maitotilalla tarkastelujakson aikana.

	Eläinten määrä (kpl)			Eläintiheys (ey ha <sup>-1</sup> )		
	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi
Lehmät	23	15	40	0,54	0,24	1,25
Hiehot > 0,5 a	17	7	30	0,24	0,09	0,54
Vasikat < 0,5 a	10	1	29	0,03	0,00	0,10
Sonnit > 0,5 a	2	0	14	0,03	0,00	0,25
Yhteensä	52	32	90	0,84	0,40	1,89

Tiloista 16:lle ostettiin uusia eläimiä, yleensä 1 - 6 lehmää, hiehoa tai vasikkaa. Eniten eläimiä, 11 uutta lehmää ja 13 hiehoa, osti toimintaansa laajentava tila. Pääosin lehmävasikat kasvatettiin omalla tilalla ja sonnivasikat myytiin. Kahdella tilalla sonnit kasvatettiin lihantuotantoon.

Kaikilta tiloilta myytiin tarkastelujakson aikana eläimiä. Lehmiä myytiin joka tilalta vuoden aikana vähintään kolme sairastumisten tai liian vähäiseksi katsotun maidon-tuotannon takia. Hiehoja myytiin yleensä vain, jolleivät ne tiinehtyneet. Sonnit myytiin joko edelleen kasvatettaviksi tai kasvatettuina suoraan teurastamoille. Yhdeltä tilalta myytiin vuoden aikana keskimäärin 23 eläintä (taulukko 26).

Taulukko 26. Tutkimustiloille tarkastelujakson aikana ostetut ja myydyt eläimet.

	Ostetut eläimet (kpl)			Myydyt eläimet (kpl)		
	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi
Lehmät	1	0	11	8	3	15
Hiehot > 0,5 a	2	0	13	1	0	3
Vasikat < 0,5 a	1	0	6	12	0	31
Sonnit > 0,5 a	0	0	5	2	0	13
Yhteensä	4	0	24	23	9	43

Tiloilta meijereihin myyty maitotuotos oli keskimäärin 176 000 l tilaa kohti (102 000 - 320 000 l) ja 7 600 l lehmää kohti (6 300 - 9 000 l lehmä<sup>-1</sup>). Maidon valkuaispitoisuus vaihteli välillä 3,12 - 3,45 % (typpipitoisuus 0,499 - 0,552 %). Vaihtelua tilojen välillä oli siis runsaasti.

Kaikilla tiloilla karjalle annettiin syötäväksi säilörehua, tuoretta niitto- tai laidunnurmea sekä teollisesti valmistettuja ostorehuja. Kuivaa heinää annettiin karjalle kaikilla paitsi

kahdella tilalla, olkia kahdeksalla ja sokerijuurikkaan naatteja yhdellä tilalla. Kolmea tilaa lukuun ottamatta karjalle syötettiin myös viljaa. Keskimäärin yhden tilan karja söi 290 000 kg (8 100 kg  $\text{ey}^{-1}$ ) säilörehua, 130 000 kg (3 700 kg  $\text{ey}^{-1}$ ) laidun- tai niitonurmea, 16 000 kg (420 kg  $\text{ey}^{-1}$ ) kuivaa heinää ja 500 kg (14 kg  $\text{ey}^{-1}$ ) olkia. Väkirehuina karja söi keskimäärin 43 000 kg (1 200 kg  $\text{ey}^{-1}$ ) viljaa ja 43 000 kg teollisesti valmistettuja rehuja. Lisäksi kivennäisiä kului 1 300 kg (35 kg  $\text{ey}^{-1}$ ) ja muita kaupallisia tuotteita (lähinnä vasikoiden juottorehuja) 250 kg vuodessa.

### 3.2.2 Karjan tyypitase

Karjan taseen laskennassa otettiin lisättyjen (rehut, kuivikkeet, ostetut eläimet) ja poistettujen (myydyt eläimet ja maito) ravinteiden lisäksi huomioon karjaan sitoutunut ravinnemäärä. Yhden maitotilan karjaan tuli tyypilisäystä keskimäärin 5 120 kg vuoden aikana. Siitä 99 % tuli karjan rehuista ja loput ostetuista eläimistä sekä kuivikkeista. Rehujen sisältämästä tyypestä 57 % oli peräisin karkearehuista (säilörehusta, kuivasta heinästä sekä laidun- tai niitonurmesta) ja 26 % tilalle ostetuista, kaupallisista rehuista. Eläimiin oli tarkastelujakson alussa (keskimäärin 22 lehmää, 16 hiehoa, 9 vasikkaa sekä 2 sonnia) sitoutunut yhteensä 560 kg tyypeä. Yhdessä lehmässä (keskimäärin 540 kg) oli 16 kg tyypeä, hiehossa (320 kg) 10 kg, vasikassa (80 kg) 2 kg ja sonnissa (410 kg) 12 kg tyypeä. Tyypimäärä jakson alussa sekä typpikertymä jakson aikana olivat yhteensä 5 680 kg (taulukko 27).

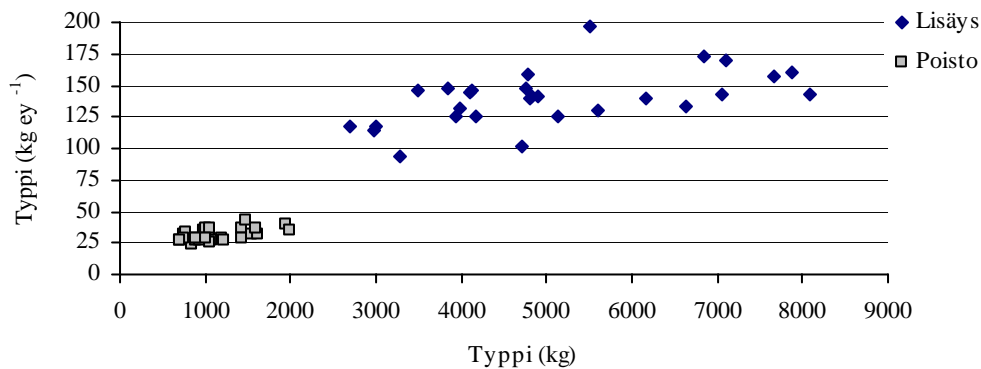
Tyypeä myytiin tiloilta keskimäärin 1 130 kg vuodessa pääosin maidon (82 %) mukana. Eläimiin oli tarkastelujakson lopussa (24 lehmää, 18 hiehoa, 11 vasikkaa ja 2 sonnia) sitoutunut 610 kg tyypeä. Karjanlantaan päätyi tyypeä lähes 4 000 kg vuoden aikana (109 kg  $\text{ey}^{-1}$ ), ja typen hyötysuhde karjan taseessa oli keskimäärin 23 % (taulukko 27).

Taulukko 27. Karjan tyypitaseen tekijät keskimäärin sekä eri tuotostasoilla (1 lehmä<sup>-1</sup>).

	Keskiarvo	< 7 000 l	7 000 - 8 000 l	> 8 000 l
Alkutilanne ja lisäys				
Eläimet, aluksi (kg N)	560	520	600	580
Eläimet, ostetut (kg N)	40	30	50	40
Kuivikkeet (kg N)	10	10	10	20
Rehut yhteensä (kg N)	5 070	4 480	5 140	5 810
Rehut yht. (kg $\text{ey}^{-1}$ N)	140	130	140	150
- Karkearehujen osuus (%)	57	59	56	56
- Teollisten rehujen osuus (%)	26	24	26	29
Kaikki yhteensä (kg N)	5 680	5 040	5 800	6 450
Lopputilanne ja poisto				
Eläimet, lopuksi (kg N)	610	530	670	650
Eläimet, myyty (kg N)	200	180	220	200
Maito (kg N)	930	730	1 020	1 120
Maito (kg lehmä <sup>-1</sup> N)	40	35	41	46
Kaikki yhteensä (kg N)	1 740	1 440	1 910	1 970
Tase				
Yhteensä (kg N)	3 940	3 600	3 890	4 480
Yhteensä (kg $\text{ey}^{-1}$ N)	109	107	102	119
Hyötysuhde (%)	23	20	24	23

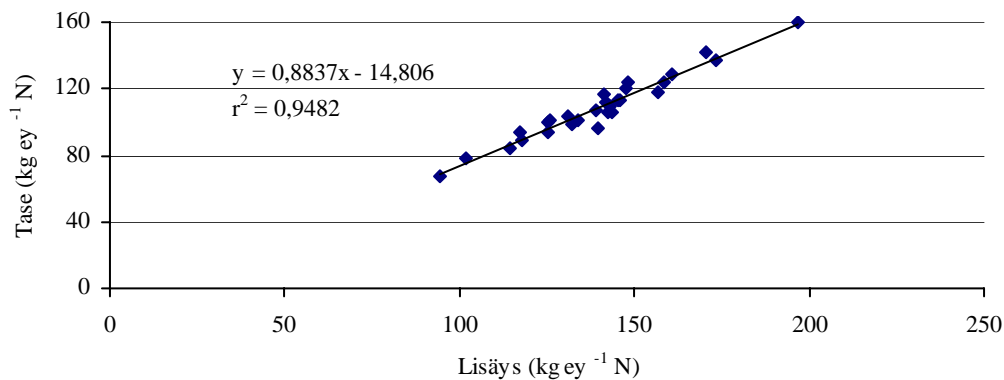
Karja sai rehuissa keskimäärin 140 kg typpeä vuodessa yhtä eläinyksikköä (ey) kohti. Typpilisäyksestä 56 - 59 % tuli karkearehuista kaikilla tuotostasoilla. Maitotuotoksen kasvaessa ruokinta voimistui ja teollisesti valmistettujen rehujen osuus karjan ruokinnassa kasvoi. Karjan tase eli lantaan päätyvän typen määrä oli suurin voimakkaimmalla ruokinnalla ( $150 \text{ kg ey}^{-1} \text{ N}$ ) ja suurimmalla tuotostasolla ( $> 8\,000 \text{ l lehmä}^{-1}$ ). Typen hyväksikäytön (%) erot olivat pieniä kaikilla tuotostasoilla (taulukko 27).

Karjan syömä typpimäärä vaihteli tilakohtaisesti rehujen määrän ja typpipitoisuuden sekä eläinmäärän mukaan. Typpilisäystä tuli rehuissa yhteensä 2 700 - 8 100 kg vuodessa tilaa kohti ja 90 - 200 kg eläinyksikköä kohti (kuva 23). Eläinten ja maidon mukana typpeä myytiin 700 - 2 000 kg vuodessa tilakohtaisesti ja 25 - 43 kg eläinyksikkökohtaisesti.



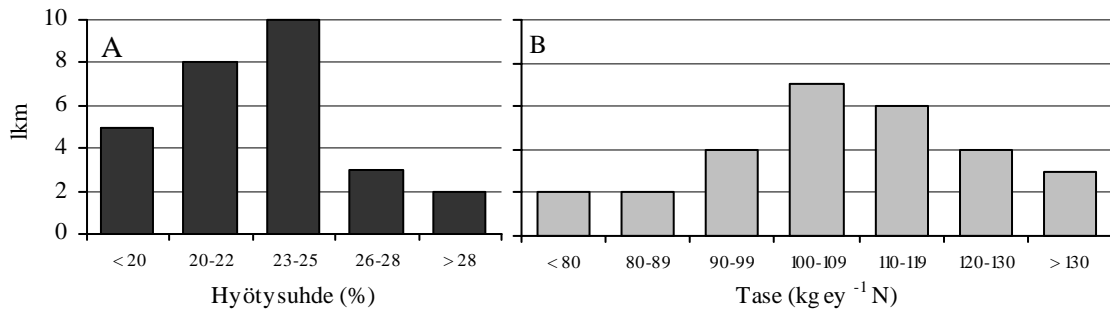
Kuva 23. Typen lisäys karjan rehuissa sekä poisto myytyjen eläinten ja maidon mukana 28 maitotilalla.

Lantaan päätyi eri maitotiloilla 2 000 - 6 300 kg typpeä vuodessa. Mitä voimakkaampaa oli karjan ruokinta, sitä enemmän typpeä kulkeutui lantaan. Karjan typpitase vaihteli välillä 70 - 160  $\text{kg ey}^{-1}$  (kuva 24).



Kuva 24. Rehujen typpilisäyksen ja karjan typpitaseen suhde 28 maitotilalla.

Hyväksikäytetyiksi laskettiin rehuista maitoon ja lihaan vuoden aikana sitoutuneet ravinteet. Typen hyötysuhde vaihteli välillä 17 - 31 %. Yli puolella tiloista tpeestä hyödynnettiin 20 - 25 % (kuva 25). Lantaan päätyvän typen määrä vaihteli voimakkaasti. Noin puolella tiloista typpiylijäämää syntyi  $100 - 120 \text{ kg ey}^{-1}$ .



Kuva 25. Typen A) hyötysuhteen (%) ja B) taseen (kg ey<sup>-1</sup>) jakauma 28 maitotilan karjan taseissa.

### 3.2.3 Karjan fosforitase

Fosforilisäys karjalle oli keskimäärin 810 kg vuodessa. Lisäyksestä 99 % tuli typen tavoin karjan rehuista. Karkearehuista ja teollisesti valmistetuista ostorehuista tuli karjalle fosforia lähes yhtä paljon (taulukko 28). Tarkastelujakson alussa karjaan oli sitoutunut keskimäärin 150 kg fosforia: yhteen lehmään 4,3 kg, hiehoon 2,5 kg, vasikkaan 0,6 kg ja sonniin 3,3 kg fosforia.

Fosforia myytiin yhdeltä maitotilalta keskimäärin 230 kg vuodessa enimmäkseen maidon (78 %) mukana. Karjanlantaan kulkeutui 570 kg fosforia tilaa kohti, mikä oli yli 70 % rehujen sisältämän fosforin määrästä. Hyötysuhde oli parempi kuin typellä, keskimäärin 29 % (taulukko 28).

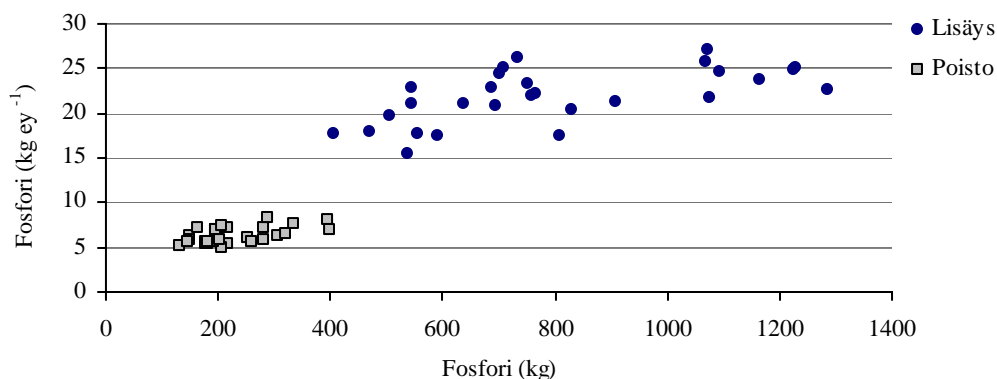
Eläimet saivat fosforia rehuista keskimäärin 22 kg ey<sup>-1</sup> (taulukko 28). Karkearehujen osuus ruokinnan fosforimäärästä pieneni ja teollisesti valmistettujen rehujen osuus suureni tuotostason kasvaessa. Samalla fosforiruokinta voimistui ja ylijäämä kasvoi.

Taulukko 28. Karjan fosforitaseen tekijät keskimäärin sekä eri tuotostasoilla (1 lehmä<sup>-1</sup>).

	Keskiarvo	< 7 000 l	7 000 - 8 000 l	> 8 000 l
<b>Alkutilanne ja lisäys</b>				
Eläimet, aluksi (kg P)	150	140	160	160
Eläimet, ostetut (kg P)	10	10	10	10
Kuivikkeet (kg P)	0	0	0	0
Rehut yhteensä (kg P)	800	690	810	930
Rehut yht. (kg ey <sup>-1</sup> P)	22	21	21	25
- Karkearehujen osuus (%)	43	47	42	41
- Teollisten rehujen osuus (%)	41	37	41	45
Kaikki yhteensä (kg P)	960	840	980	1 100
<b>Lopputilanne ja poisto</b>				
Eläimet, lopuksi (kg P)	160	140	180	170
Eläimet, myyty (kg P)	50	50	60	50
Maito (kg P)	180	140	190	210
Maito (kg lehmä <sup>-1</sup> P)	8	7	8	9
Kaikki yhteensä (kg P)	390	330	430	430
<b>Tase</b>				
Yhteensä (kg P)	570	510	550	670
Yhteensä (kg ey <sup>-1</sup> P)	16	15	15	18
Hyötysuhde (%)	29	26	32	29

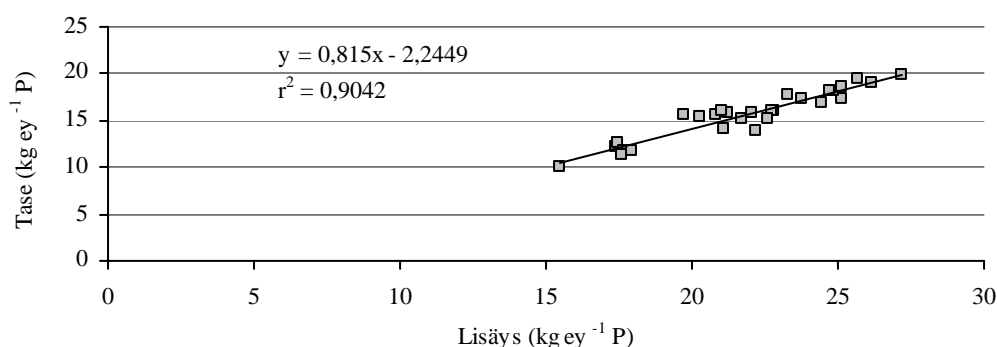


Rehujen mukana karjalle tuli fosforilisäystä yhteensä 400 - 1 300 kg yhtä tilaa kohti ja 15 - 27 kg eläinyksikköä kohti (kuva 26). Tiloilta myytiin fosforia eläinten ja maidon mukana 130 - 400 kg (5 - 8 kg ey<sup>-1</sup>) vuodessa. Vaihtelu tilojen välillä oli typen tavoin voimakasta.



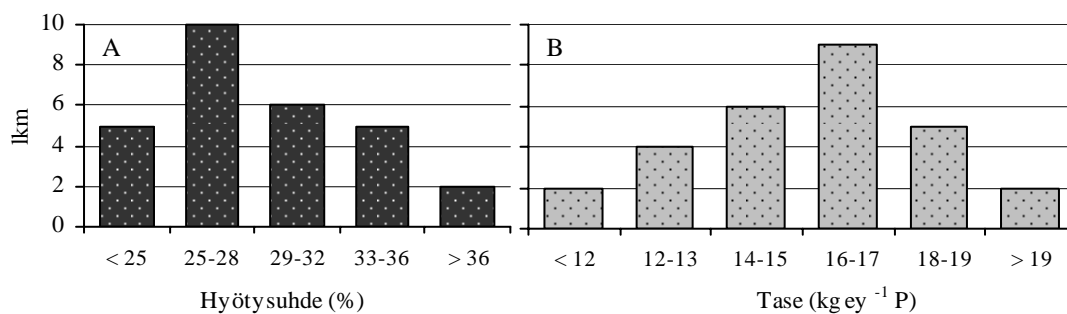
Kuva 26. Fosforin lisäys karjan rehuissa sekä poisto myytyjen eläinten ja maidon mukana 28 maitotilalla.

Fosforia kulkeutui karjanlantaan eri tiloilla 270 - 890 kg vuodessa. Kuten typellä, myös fosforilla ylijäämä oli sitä suurempaa, mitä voimakkaammin eläimiä ruokittiin (kuva 27). Karjan fosforitase vaihteli välillä 10 - 20 kg ey<sup>-1</sup>.



Kuva 27. Rehujen fosforilisäyksen ja karjan fosforitaseen suhde 28 maitotilalla.

Fosforin hyväksikäyttöaste karjan ruokinnassa vaihteli välillä 22 - 38 %. Enimmäkseen hyötysuhde oli 25 - 32 % eli vähän typen hyötysuhdetta parempi. Kahdella kolmesta maitotilasta karjan fosforiylijäämää syntyi 14 - 19 kg ey<sup>-1</sup> vuodessa (kuva 28).



Kuva 28. Fosforin A) hyötysuhteen (%) ja B) taseen (kg ey<sup>-1</sup>) jakauma 28 maitotilan karjan taseissa.

### 3.2.4 Karjan kaliumtase

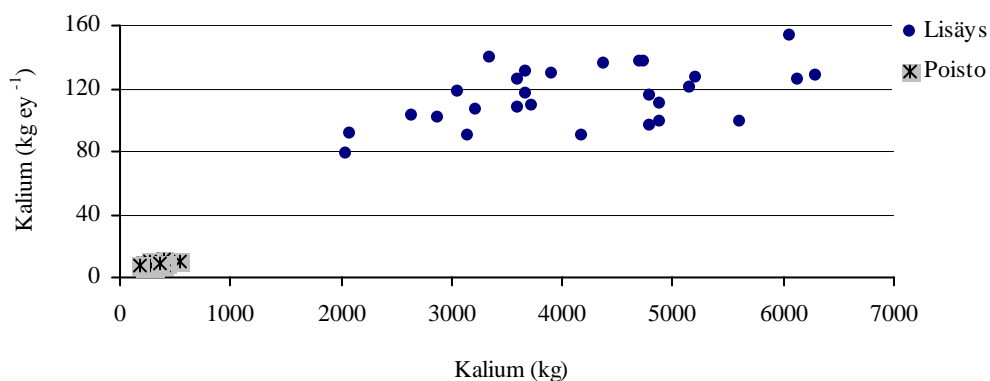
Karjalle tuli kaliumlisäystä keskimäärin 4 170 kg vuodessa lähes pelkästään (99,8 %) rehuista. Yli 80 % rehujen kaliumista oli peräisin karkearehuista, 12 % teollisesti valmistetuista rehuista ja 5 % viljasta (taulukko 29). Eläimiin oli sitoutunut vain vähän kaliumia: yhteen lehmään 1,6 kg, hiehoon 1,0 kg, vasikkaan 0,2 kg ja sonniin 1,2 kg.

Valtaosa (93 %) tilalta myydystä kaliumista oli sitoutunut maitoon. Myyntiin meni kuitenkin vain pieni osa karjan rehujen kaliumista. Lantaan kulkeutui typen tavoin lähes 4 000 kg kaliumia ( $107 \text{ kg ey}^{-1}$ ) vuodessa. Hyötysuhde oli keskimäärin vain 7 % (taulukko 29).

Taulukko 29. Karjan kaliumtaseen tekijät keskimäärin sekä eri tuotostasoilla (1 lehmä<sup>-1</sup>).

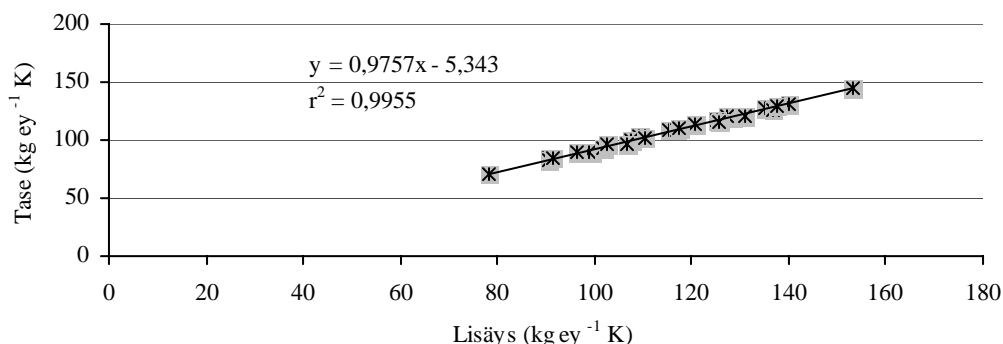
	Keskiarvo	< 7 000 l	7 000 - 8 000 l	> 8 000 l
Alkutilanne ja lisäys				
Eläimet, aluksi (kg K)	50	50	60	60
Eläimet, ostetut (kg K)	0	0	0	0
Kuivikkeet (kg K)	10	0	10	10
Rehut yhteensä (kg K)	4 160	3 870	4 120	4 600
Rehut yht. ( $\text{kg ey}^{-1} \text{ K}$ )	115	115	110	120
- Karkearehujen osuus (%)	83	84	83	82
- Teollisten rehujen osuus (%)	12	11	12	14
Kaikki yhteensä (kg K)	4 220	3 920	4 190	4 670
Lopputilanne ja poisto				
Eläimet, lopuksi (kg K)	60	50	70	70
Eläimet, myyty (kg K)	20	20	20	20
Maito (kg K)	280	220	310	330
Kaikki yhteensä (kg K)	360	290	400	420
Tase				
Yhteensä (kg K)	3 860	3 630	3 790	4 250
Yhteensä ( $\text{kg ey}^{-1} \text{ K}$ )	107	108	99	113
Hyötysuhde (%)	7	6	8	8

Rehujen sisältämän kaliumin määrä vaihteli välillä 2 000 - 6 300 kg yhtä tilaa kohti ja 80 - 150 kg yhtä eläinyksikköä kohti. Kaliumia oli rehuissa hiukan vähemmän kuin tyypeä. Maidon ja eläinten mukana kaliumia myytiin rehuihin verrattuna vain vähän, 180 - 540 kg tilaa ja 6 - 12 kg eläinyksikköä kohti (kuva 29).



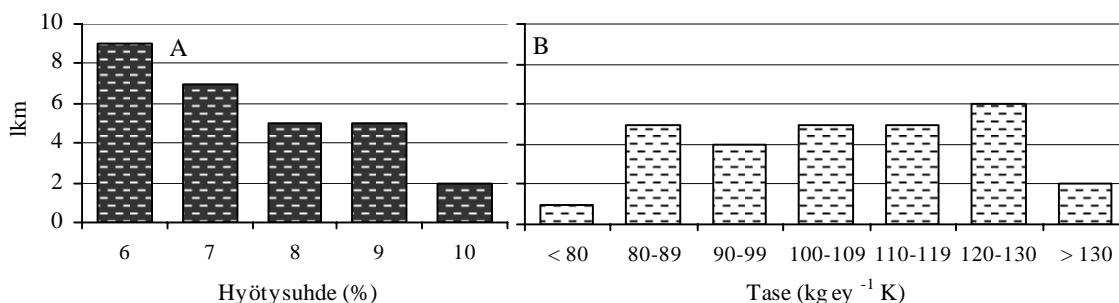
Kuva 29. Kaliumin lisäys karjan rehuissa ja poisto myytyjen eläinten ja maidon mukana 28 maitotilalla.

Voimakkaan lisäyksen ja vähäisen hyödyntämisen takia suurin osa kaliumista (1 800 - 5 800 kg) kulkeutui karjanlantaan, sitä enemmän, mitä enemmän rehut sisälsivät kaliumia (kuva 30). Karjan kaliumtase eri tiloilla oli 70 - 140 kg ey<sup>-1</sup> eli vaihtelu tilojen välillä oli voimakasta.



Kuva 30. Rehujen kaliumlisäyksen ja karjan kaliumtaseen suhde 28 maitotilalla.

Kaliumin hyötysuhde karjan ruokinnassa oli kaikilla tiloilla pieni, 6 - 10 %. Ylijäämä vaihteli enimmäkseen välillä 80 - 130 kg ey<sup>-1</sup>. Keskiarvon (107 kg ey<sup>-1</sup>) tuntumassa välillä 100 - 119 kg ey<sup>-1</sup> oli noin joka kolmannen maitokarjan kaliumtase (kuva 31).



Kuva 31. Kaliumin A) hyötysuhteen (%) ja B) taseen (kg ey<sup>-1</sup>) jakauma 28 maitotilan karjan taseissa.

### 3.3 Tilataseet

#### 3.3.1 Ravinteiden osto- ja myyntitiedot

Tilan ravinnetase rakentui pääosin peltojen ja karjan ravinnetaselaskelmien osto- ja myyntitietojen pohjalta. Peltotaseiden laskentaan sisältyivät tiedot tilalle ostetuista lannoitteista ja kylvösiemenistä, vastaanotetusta karjanlannasta, laskeumasta ja typen-sidonnasta sekä tilalta myydyistä satotuotteista ja typen haihdunnasta. Karjan tase taas sisälsi tiedot tilalle ostetuista rehuista, eläimistä ja kuivikkeista sekä tilalta myydyistä eläimistä ja maidosta. Tilalta luovutetun karjanlannan määrä ja ravinnepitoisuus kirjattiin tilan taseeseen tarvittaessa erikseen.

Kaikille tiloille ostettiin lannoitteita. Peltujen typpilannoituksesta keskimäärin 71 %, fosforilannoituksesta 60 % ja kaliumlannoituksesta 49 % oli peräisin kemiallisista ostolannoitteista. Lisäksi karjanlanta vastaanotettiin yhdelle tilalle pieni määrä (ravinnesisältö yhteensä 380 kg N, 190 kg P, 730 kg K). Kylvösiemeniä ostettiin

kaikille tiloille lähinnä nurmien kylvöjä varten. Laskeumana pelloille tuli typpeä 3,5 - 5,5 kg ha<sup>-1</sup>. Typensitojakasveja oli yhteensä kuuden tilan 21 peltolohkolla (44 ha), mistä laskettiin tulevan typpilisäystä yhteensä 3 300 kg.

Teollisesti valmistettuja rehuja ostettiin kaikille tiloille. Lisäksi seitsemälle tilalle ostettiin viljaa, neljälle tilalle säilörehua ja kahdelle kuivaa heinää. Tiloista 16:lle ostettiin uusia eläimiä ja 19:lle purua ja turvetta kuivikkeiksi.

Yhdeksältä tilalta myytiin osa sadosta, lähinnä viljaa ja kuivaa heinää. Olkia myytiin 13 tilalta. Viideltä tilalta luovutettiin lantaa pois (ravinnesisältö yht. 2 920 kg N, 630 kg P, 3 460 kg K). Maitoa ja eläimiä myytiin kaikilta tiloilta, ja myös typpeä haihtui karjanlannasta joka tilalla.

### 3.3.2 Tilan typpitase

Yhdelle maitotilalle (pinta-ala n. 43 ha, eläintiheys 0,84 ey ha<sup>-1</sup>) tuli typpilisäystä keskimäärin lähes 7 000 kg vuodessa (vaihteluväli 3 800 - 14 200 kg). Yli 70 % tuestä ostettiin lannoitteiden ja reilut 20 % rehujen mukana. Muiden typpilisäysten merkitys oli keskimäärin vähäinen (taulukko 30). Typensidonnan osuus typpilisäyksestä vaihteli eri tiloilla apilanurmien määrän mukaan.

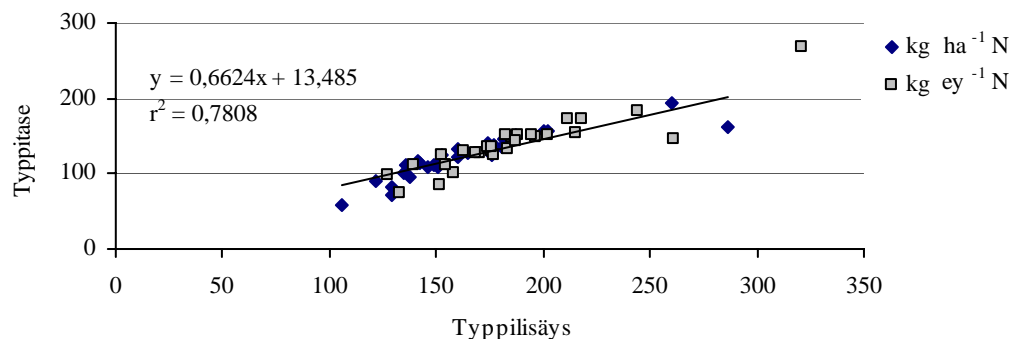
Typpeä poistui yhdeltä tilalta eri tavoin vajaat 2 000 kg (900 - 3 600 kg) vuodessa. Yli puolet poistuvasta tuestä myytiin tilalta maidon mukana. Myytyjen eläinten ja satotuotteiden sekä haihtuvan typen määrät olivat keskimäärin lähes yhtä suuria. Typen haihdunta oli vain vähän voimakkaampaa kuin laskeuma pelloille (taulukko 30). Karjanlannan osuus tiloilta poistuneen typen määrästä oli keskimäärin vähäinen. Merkitys vaihteli tilakohtaisesti luovutetun lannan määrän ja ravinnepitoisuuden mukaan.

Taulukko 30. Maitotilan keskimääräisen typpitaseen tekijät.

	yht. kg N	kg ha <sup>-1</sup> N	kg ey <sup>-1</sup> N	%
Lisäys: osto + vastaanotto				
Lannoitteet	4 910	115		73
Karjanlanta	10	0		
Laskeuma	180	4		2
Typensidonta	120	3		2
Kylvösiemenet	30	1		
Rehut	1 470		41	22
Kuivikkeet	10			
Eläimet	40			
Lisäys yhteensä	6 770	160	190	100
Poisto: myynti + luovutus				
Satotuotteet	210			12
Maito	940		26	56
Eläimet	200			12
Karjanlanta	100			6
Typen haihtuminen	240	6		14
Poisto yhteensä	1 690	40	50	100
Tase	5 080	120	140	
Hyötysuhde				21

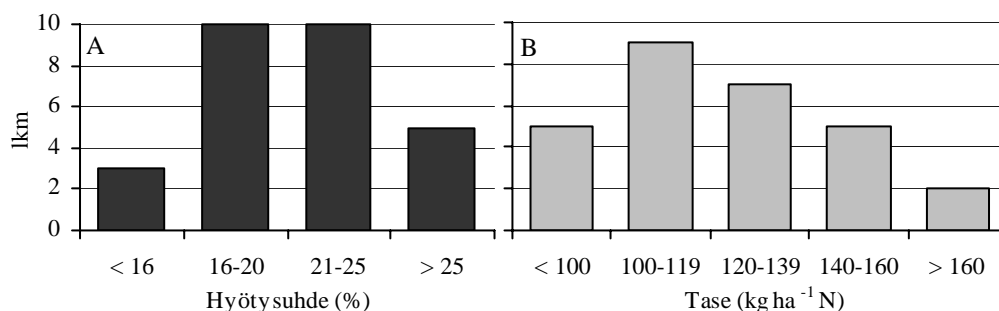
Typpeä kertyi yhdelle tilalle keskimäärin n. 5 000 kg vuodessa (taulukko 30). Hehtaaria ja eläinyksikköä kohti typpeä kertyi lähes yhtä paljon, 120 - 140 kg vuodessa. Suurin osa tilalle tulevasta tpestä levitettiin lannoitteina suoraan pelloille. Rehujen ravinteet kulkeutuivat ensin eläimille, sitten suurimmaksi osaksi lantaan ja edelleen pelloille. Rehuista eläimiin ja maitoon sitoutunut typpi taas myytiin pois tilalta. Typen hyötysuhde tilataseessa oli keskimäärin 21 % eli samaa luokkaa kuin karjan taseessa (23 %), mutta selvästi huonompi kuin keskimääräisessä peltotaseessa (56 %).

Peltojen ja karjan taseiden tavoin (kuvat 5 ja 24) myös tilan typpitase kasvoi typpilisäyksen voimistuessa (kuva 32). Mitä enemmän ja typpipitoisempia lannoitteita ja rehuja tiloille ostettiin, sitä suurempaa oli tilojen typpiylijäämä sekä pinta-alaa että eläinmäärää kohti. Pelkästään lannoitteissa maitotiloille ostettiin yli nelinkertainen määrä typpeä verrattuna maidon ja eläinten mukana tiloilta myytyyn typpimäärään.



Kuva 32. Typen lisäyksen ja taseen suhde 28 maitotilan tilataseessa. Regressioyhtälö ja selitysaste laskettiin yksikölle kg ha<sup>-1</sup> N.

Typen hyötysuhde tilataseissa vaihteli välillä 13 - 40 %. Kahdella kolmesta tilasta tpestä hyödynnettiin 16 - 25 % (kuva 33). Hehtaaria kohti laskettu ylijäämä vaihteli voimakkaasti ollen pienimmillään n. 60 kg ha<sup>-1</sup> ja suurimmillaan 200 kg ha<sup>-1</sup>. Kokonaisuudessaan typpiylijäämää syntyi eri tiloilla 2 300 - 11 800 kg vuodessa.



Kuva 33. Typen A) hyötysuhteen ja B) taseen jakauma 28 maitotilan tilataseissa.

Tilat jaettiin neljään ryhmään sen perusteella, paljonko niille kertyi typpiylijäämää pellohehtaaria kohti vuodessa. Kuhunkin neljännekseen kuului seitsemän tilaa. Mitä enemmän tiloille tuli typpilisäystä ulkopuolelta, sitä enemmän syntyi myös ylijäämää. Tiloilta pois myydyin typen määrä vaihteli vain vähän lisäykseen ja ylijäämään verrattuna. Vähintään 2/3 kaikkien tilojen typpilisäyksestä oli peräisin ostolannoitteista.

Mitä suurempi osuus lisäyksestä tuli ostorehujen mukana ja mitä suurempi oli eläintiheys ( $\text{ey ha}^{-1}$ ), sitä voimakkaampaa oli tilan typpiylijäämä (taulukko 31).

Tilan typpitase oli keskimäärin  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  (taulukko 30), tilakohtainen peltotase keskimäärin  $69 \text{ kg ha}^{-1}$  (taulukko 18) ja karjan tilakohtainen tase  $109 \text{ kg ey}^{-1}$  (taulukko 27). Puolella tiloista sekä tilan, peltojen että karjan tase oli keskimääräistä pienempi, puolella taas keskimääräistä suurempi (taulukko 31). Suuri tilakohtainen typpiylijäämä johtui sekä lannoituksen että karjan ruokinnan voimakkuudesta.

Taulukko 31. Tilataseen tekijät sekä pelto- ja karjan tase tilojen hehtaariohtaisen typpiylijäämän mukaan jaetuilla neljänneksillä. Kussakin neljänneksessä on seitsemän maitotilaa.

	1. neljännes	2. neljännes	3. neljännes	4. neljännes
Lisäys tilalle ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$ )	128	146	167	204
Ostolannoitteiden osuus (%)	80	72	74	64
Ostorehujen osuus (%)	16	20	21	30
Poisto tilalta ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$ )	42	32	37	49
Maitotuotos (1 lehmä <sup>-1</sup> )	7 400	7 400	7 800	7 600
Tilatase ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$ )	86	114	130	155
Peltotase ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$ )	64	62	77	72
Karjan tase ( $\text{kg ey}^{-1} \text{ N}$ )	106	99	120	110
Eläintiheys ( $\text{ey ha}^{-1}$ )	0,68	0,84	0,81	1,15

### 3.3.3 Tilan fosforitase

Fosforilisäystä tuli yhdelle tilalle keskimäärin 930 kg vuodessa (tilakohtainen vaihtelu 500 - 1 800 kg). Noin 60 % lisäyksestä tuli tilalle lannoitteiden ja lähes 40 % rehujen mukana (taulukko 32). Tilan fosforitaseessa ostorehujen merkitys oli tyypeen verrattuna selvästi suurempi, lannoitteiden merkitys taas vähän pienempi.

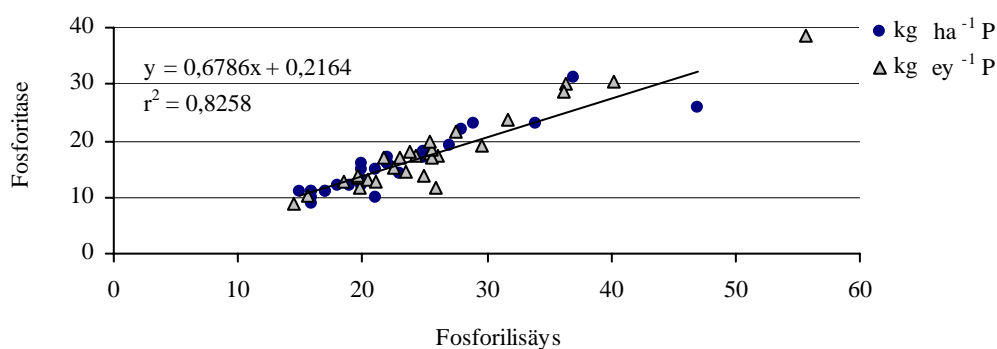
Taulukko 32. Maitotilan keskimääräisen fosforitaseen tekijät.

	yht. kg P	kg ha <sup>-1</sup> P	kg ey <sup>-1</sup> P	%
Lisäys: osto + vastaanotto				
Lannoitteet	560	13		61
Karjanlanta	10			1
Kylvösiemenet	10			
Rehut	340		9	37
Kuivikkeet	0			
Eläimet	10			
Lisäys yhteensä	930	22	26	100
Poisto: myynti + luovutus				
Satotuotteet	30			12
Maito	180		5	61
Eläimet	50			19
Karjanlanta	20			8
Poisto yhteensä	280	7	8	100
Tase	650	15	18	
Hyötysuhde				31

Keskimäärin 280 kg fosforia (150 - 700 kg) kulkeutui pois tiloilta pääosin maidon mukana. Tiloilta myydyissä eläimissä oli keskimäärin yhtä paljon fosforia kuin sato-tuotteissa ja luovutetussa karjanlannassa yhteensä (taulukko 32). Karjanlannan merkitys tilan fosforitaseeseen oli keskimäärin vähäinen, mutta tilakohtaisesti vaihteleva.

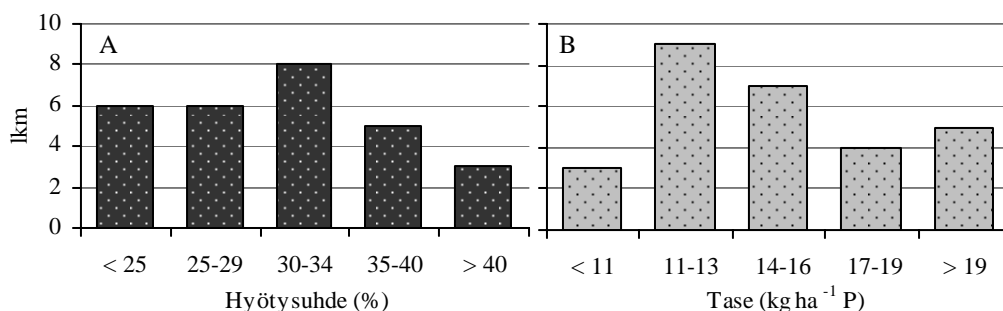
Fosforyylijäämää kertyi yhdelle tilalle keskimäärin 650 kg vuodessa (taulukko 32). Hehtaarikohtainen ylijäämä vaihteli välillä 9 - 31 kg ha<sup>-1</sup>. Kuten typen, myös fosforin hyötysuhde tilataseessa oli lähes sama kuin karjan taseessa (29 %), mutta selvästi huonompi kuin peltojen keskimääräisessä taseessa (53 %).

Maitotiloille tulevan fosforin määrä vaihteli välillä 15 - 47 kg ha<sup>-1</sup> ja 14 - 56 kg ey<sup>-1</sup>. Kuten peltojen ja karjan taseissa (kuvat 7 ja 27), myös tilataseissa ylijäämä kasvoi fosforilisäyksen voimistuessa. Mitä enemmän fosforia ostettiin, sitä enemmän sitä myös tiloille kertyi (kuva 34). Rehujen mukana tiloille tuli keskimäärin 1,5-kertainen määrä ja lannoitteiden mukana lähes 2,5-kertainen määrä fosforia verrattuna eläinten ja maidon mukana pois myytyyn fosforiin.



Kuva 34. Fosforin lisäyksen ja taseen suhde 28 maitotilan tilataseessa. Regressioyhtälö ja selitysaste laskettiin yksikölle kg ha<sup>-1</sup> P.

Fosforin hyväksikäyttö vaihteli eri tiloilla välillä 17 - 55 %. Lähes puolella tiloista hyötysuhde oli alle 30 % (kuva 35). Fosforitase oli pienimmillään 9 kg ha<sup>-1</sup> ja suurimmillaan 31 kg ha<sup>-1</sup>, joten erot tilojen välillä olivat suuria. Tilakohtaisesti fosforyylijäämää syntyi 300 - 1 500 kg vuodessa.



Kuva 35. Fosforin A) hyötysuhteen ja B) taseen jakauma 28 maitotilan tilataseissa.

Fosforin tilataseet jaettiin hehtaarikohtaisen ylijäämän perusteella neljänneksiin samalla tavalla kuin typen tilataseet (taulukko 33). Fosforyylijäämältään pienimpään neljännekseen kuuluvista tiloista kaksi oli myös typpiylijäämältään pienimmässä neljänneksessä. Suurimpaan neljännekseen kuuluvista tiloista viisi oli myös typpiylijäämältään suurim-

massa neljänneksessä. Eri ravinteiden ylijäämät vaihtelivat enimmillään niin, että fosforitaseeltaan pienimpään ryhmään kuuluvia tiloja oli typpitaseeltaan suurimmassa ryhmässä ja päinvastoin.

Typen tavoin fosforin ylijäämä kasvoi selvästi fosforilisäyksen myötä. Myydyn fosforin määrä vaihteli tilataseen eri neljänneksillä vain vähän. Fosforista keskimäärin 50 - 70 % ostettiin tiloille lannoitteissa (taulukko 33). Eläintiheyden kasvaessa ostorehujen fosforimäärä suurentui. Pienimmällä eläintiheydellä (0,70 ey ha<sup>-1</sup>) rehufosforia ostettiin 6,1 kg ha<sup>-1</sup> tilaa kohti, suurimmalla eläintiheydellä (1,03 ey ha<sup>-1</sup>) puolestaan 11,8 kg ha<sup>-1</sup> tilaa kohti.

Maitotiloilla fosforin keskimääräinen tilatase oli 15 kg ha<sup>-1</sup> (taulukko 32), peltotase oli 11 kg ha<sup>-1</sup> (taulukko 19) ja karjan tase 16 kg ey<sup>-1</sup> (taulukko 28) ylijäämäinen. Kahdella neljänneksellä tiloista tilan ja peltojen taseet olivat keskimääräistä pienempiä ja kahdella neljänneksellä suurempia. Karjan fosforitase oli keskimmaisilla neljänneksillä keskiarvon suuruinen (taulukko 33). Tilakohtaiseen fosforiylijäämään vaikuttivat typpiylijäämän tavoin sekä lannoituksen että karjan ruokinnan voimakkuus.

Taulukko 33. Tilataseen tekijät sekä pelto- ja karjan tase tilojen hehtaarikohtaisen fosforiylijäämän mukaan jaetuilla neljänneksillä. Kussakin neljänneksessä on seitsemän maitotilaa.

	1. neljännes	2. neljännes	3. neljännes	4. neljännes
Lisäys tilalle (kg ha <sup>-1</sup> P)	17	19	22	31
Ostolannoitteiden osuus (%)	59	52	71	60
Ostorehujen osuus (%)	38	46	28	38
Poisto tilalta (kg ha <sup>-1</sup> P)	7	6	6	8
Maitotuotos (1 lehmä <sup>-1</sup> )	7 300	8 000	7 200	8 000
Tilatase (kg ha <sup>-1</sup> P)	10	13	16	23
Peltotase (kg ha <sup>-1</sup> P)	6	7	15	15
Karjan tase (kg ey <sup>-1</sup> P)	15	16	16	17
Eläintiheys (ey ha <sup>-1</sup> )	0,76	0,97	0,70	1,03

### 3.3.4 Tilan kaliumtase

Kaliumia hankittiin maitotiloille keskimäärin n. 2 600 kg vuodessa (tilakohtainen vaihtelu 900 - 5 100 kg). Typpilisäyksen tavoin 3/4 kaliumista ostettiin tiloille lannoitteiden ja vajaa 1/4 rehujen mukana. Tiloille ostettuihin kuivikkeisiin, siemeniin ja eläimiin oli sitoutunut hyvin vähän kaliumia (taulukko 34).

Tiloilta poistui kaliumia keskimäärin 600 kg (200 - 3 000 kg) vuodessa. Typpeen ja fosforiin verrattuna tiloilta poistettiin eläimiin sitoutuneena vain vähän kaliumia, karjanlannan ja myydyn sadon mukana taas runsaasti. Noin puolet kaliumista myytiin tiloilta maidon mukana (taulukko 34).

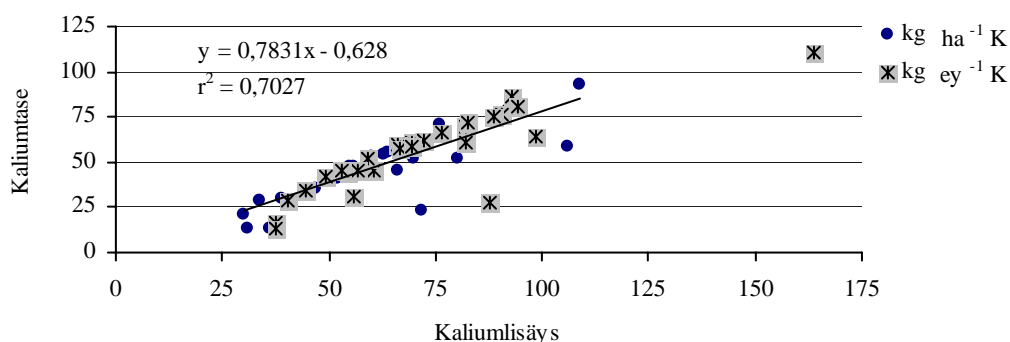
Maitotilan kaliumtase oli keskimäärin n. 2 000 kg ylijäämäinen (taulukko 34). Hyötysuhde oli keskimäärin 23 % eli huomattavasti parempi kuin karjan taseen (7 %), mutta selvästi huonompi kuin peltotaseen (99 %) hyötysuhde. Kaliumin tilakohtainen hyväksikäyttö oli samaa suuruusluokkaa kuin typen ja vähän heikompaa kuin fosforin hyödyntäminen.



Taulukko 34. Maitotilan keskimääräisen kaliumtaseen tekijät.

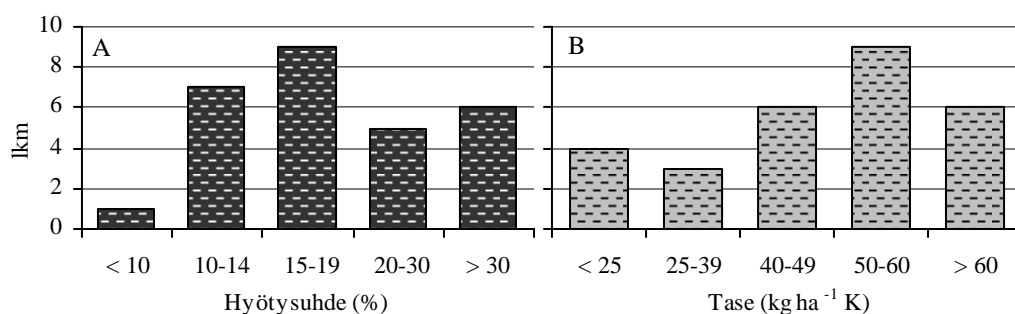
	yht. kg K	kg ha <sup>-1</sup> K	kg ey <sup>-1</sup> K	%
Lisäys: osto + vastaanotto				
Lannoitteet	1 940	45		76
Karjanlanta	30	1		1
Kylvösiemenet	10			
Rehut	580		16	23
Kuivikkeet	0			
Eläimet	10			
Lisäys yhteensä	2 570	60	71	100
Poisto: myynti + luovutus				
Satotuotteet	170			28
Maito	280		8	48
Eläimet	20			3
Karjanlanta	120			21
Poisto yhteensä	590	14	16	100
Tase	1 980	46	55	
Hyötysuhde				23

Typen ja fosforin tilataseiden sekä kaliumin pelto- ja karjan taseiden (kuvat 9 ja 30) tavoin myös kaliumin tilatase pääsääntöisesti suureni tiloille tulevan kaliummäärän kasvaessa. Vaihtelu kaliumin tilataseessa oli voimakasta. Esimerkiksi kaliumlisäyksen ollessa n. 70 kg ha<sup>-1</sup> tase vaihteli välillä 20 - 70 kg ha<sup>-1</sup>. Kun taas tase oli n. 30, kaliumin lisäys vaihteli välillä 30 - 70 kg ha<sup>-1</sup> ja 40 - 90 kg ey<sup>-1</sup> (kuva 36). Maidon ja eläinten mukana myytyyn määrään verrattuna tiloille ostettiin rehuissa lähes kaksinkertainen ja lannoitteissa yli kuusinkertainen määrä kaliumia.



Kuva 36. Kaliumin lisäyksen ja taseen suhde 28 maitotilan tilataseessa. Regressioyhtälö ja selitysaste laskettiin yksikölle kg ha<sup>-1</sup> K.

Kaliumin hyötysuhteen tilakohtainen vaihtelu oli voimakasta. Kolmasosalla tiloista hyötysuhde oli alle 15 % ja kolmasosalla yli 20 %, korkeimmillaan lähes 70 %. Myös hehtaarikohtainen ylijäämä vaihteli tiloittain ollen vähimmillään n. 10 kg ha<sup>-1</sup> ja enimmillään 90 kg ha<sup>-1</sup> (kuva 37). Kaliumin kokonaistase oli 400 - 3 600 kg tilaa kohti vuodessa.



Kuva 37. Kaliumin A) hyötysuhteen ja B) taseen jakauma 28 maitotilan tilataseissa.

Typen ja fosforin tavoin myös kaliumin hehtaarikohtainen ylijäämä tilataseissa jaettiin neljään osaan. Kaliumylijäämältään pienimpään neljännekseen kuuluvista tiloista kolme oli typpiylijäämältään pienimmässä ja kaksi fosforylijäämältään pienimmässä neljänneksessä. Suurimpaan neljännekseen kuuluvista tiloista viisi oli myös typen ja kolme fosforin ylijäämän suurimmassa neljänneksessä. Vaihtelu eri ravinteiden ylijäämissä oli tilojen välillä voimakasta. Joka tilalla kaikkien ravinteiden taseet olivat ylijäämäisiä.

Tilojen kaliumlisästä vähintään 70 % tuli lannoitteista. Eläintiheyden kasvaessa rehujen mukana tiloille tullut kaliummäärä suureni. Samalla ostolannoitteiden kaliummäärä peltohehtaaria kohti kasvoi eli lannoitus voimistui. Mitä enemmän kaliumia ostettiin, sitä voimakkaampaa oli tilakohtainen ylijäämä (taulukko 35).

Kaliumin tilatase oli keskimäärin  $46 \text{ kg ha}^{-1}$  (taulukko 34), peltotase  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  (taulukko 11) ja karjan tase  $107 \text{ kg ey}^{-1}$  (taulukko 29). Tiloista kahdella neljäsosalla tila- ja karjan taseet olivat keskimääräistä pienempiä ja kahdella neljäsosalla suurempia. Peltotaseet vaihtelivat ollen yli- tai alijäämäisiä (taulukko 35). Tilataseisiin vaikuttivat sekä peltojen että karjan taseet. Kun peltotaseet eri neljänneksillä olivat samansuuruisia (esim. 1. ja 3. neljännes), karjan taseen ja eläintiheyden merkitys tilataseessa korostui. Kun taas karjan taseissa ei ollut suuria eroja (esim. 1. ja 2. neljännes), peltojen ravinnetase ratkaisi tilataseen suuruuden.

Taulukko 35. Tilataseen tekijät sekä pelto- ja karjan tase tilojen hehtaarikohtaisen kaliumylijäämän mukaan jaetuilla neljänneksillä. Kussakin neljänneksessä on seitsemän maitotilaa.

	1. neljännes	2. neljännes	3. neljännes	4. neljännes
Lisäys tilalle ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ K}$ )	43	57	70	78
Ostolannoitteiden osuus (%)	74	84	70	77
Ostorehujen osuus (%)	25	15	30	22
Poisto tilalta ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ K}$ )	17	12	16	10
Maitotuotos (1 lehmä <sup>-1</sup> )	8 100	7 200	7 400	7 600
Tilatase ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ K}$ )	26	45	54	69
Peltotase ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ K}$ )	-10	15	-12	11
Karjan tase ( $\text{kg ey}^{-1} \text{ K}$ )	104	101	115	108
Eläintiheys ( $\text{ey ha}^{-1}$ )	0,74	0,71	0,97	1,05

## 4. TULOSTEN TARKASTELU

### 4.1 Peltojen ravinnetaseet

Viljelysuunnitelma on lähtökohta peltojen lannoitukselle. Eri kasvit käyttävät sadon muodostukseen eri määrät ravinteita, joten viljelykasvi ja sen satotavoite sekä pellon maalaji, multavuus, viljavuus ja happamuus vaikuttavat lannoituksen suunnitteluun ja suosituksiin. Mitä suurempia satoja tavoitellaan, sitä voimakkaampia ovat lannoitus-suositukset. Toisaalta mitä viljavampaa maa on, sitä vähemmän ravinnelisäystä tarvitaan (Viljavuuspalvelu Oy 2000). Ravinteiden käyttömäärille on myös rajoituksia mm. maatalouden ympäristötukijärjestelmässä ja ns. nitraattiasetuksessa (MMM 646/2000, 647/2000, VNa 644/2000, 931/2000).

Viljelykasvi, maalaji ja satotaso vaikuttivat ravinnevirtoihin maitotilojen pelloilla. Lannoituksen voimistuminen suurensi ja satotason kasvu pienensi ravinteiden ylijäämää. Nurmilla typpi- ja kaliumlannoitus oli voimakkaampaa kuin viljalohkoilla, fosforilannoitus taas oli eri kasveilla keskimäärin yhtä voimakasta. Suurin osa nurmien ravinnelisäyksestä oli peräisin kemiallisista lannoitteista, viljalohkoilla puolestaan karjanlannasta. Eniten ravinnelisäystä tuli laitumille, joille kertyi sekä kemiallisia lannoitteita että laiduntavan karjan lantaa. Nurmilta poistettiin sadon mukana ravinteita enemmän kuin viljoilta. Typpiylijäämää syntyi nurmilohkoilla enemmän kuin viljalohkoilla, muilla ravinteilla taas päinvastoin. Nurmilohkoilla laitumille kertyi eniten ravinteita. Kivennäismailla etenkin typpilannoitus oli voimakkaampaa kuin eloperäisillä mailla. Satotaso taas oli eloperäisillä mailla korkeampi ja sen myötä ravinteiden käyttö tehokkaampaa ja ylijäämä vähäisempää kuin kivennäismailla. Typpiylijäämää syntyi keskimäärin  $69 \text{ kg ha}^{-1}$ , fosforiylijäämää  $11 \text{ kg ha}^{-1}$  ja kaliumylijäämää  $1 \text{ kg ha}^{-1}$ . Pelloille tulleesta ravinnelisäyksestä hyödynnettiin typen ja fosforin osalta vähän yli puolet ja kaliumista keskimäärin 99 %. Ravinnetaseiden lohko-kohtainen vaihtelu oli voimakasta.

Tilakohtaisiin peltotaseisiin vaikuttivat samat tekijät kuin lohko-kohtaisiin taseisiin. Nurmien viljelyosuuden kasvaessa typen ja kaliumin lannoitustasot nousivat ja typpiylijäämä kasvoi. Mitä voimakkaammin tilan nurmia lannoitettiin, sitä voimakkaampaa oli yleensä myös viljalohkojen lannoitus. Satotason parantuessa tilan keskimääräinen ravinneylijäämä väheni. Yhden maitotilan pelloilla syntyi vuodessa keskimäärin 3 000 kg typpiylijäämää, 450 kg fosforiylijäämää ja 40 kg kaliumylijäämää. Typpiylijäämästä 60 % ja fosforiylijäämästä 40 % jäi nurmilohkoille, joilla taas kaliumin alijäämä oli voimakasta. Peltotaseiden tilakohtainen vaihtelu oli suurta.

Sademääriltään erilaisten alueiden taseisiin vaikuttivat useat tekijät. Lannoitustasot vaihtelivat eri alueilla hieman. Pelloilta poistettu ravinnemäärä vaihteli satotason ja siihen vaikuttavan sademäärän mukaan. Sadot olivat suurimpia alueella, missä satoi alkukesän aikana eniten ja pienimpiä alueella, missä satoi kesän aikana vähiten. Eri kasvien viljelyosuudet vaikuttivat alueen keskimääräisiin lannoitus- ja satotasoihin. Typpitase oli eri alueilla keskimäärin  $60 - 80 \text{ kg ha}^{-1}$ , fosforitase  $10 - 13 \text{ kg ha}^{-1}$  ja kaliumtase  $-20 - 15 \text{ kg ha}^{-1}$ . Taseiden lohko-kohtainen vaihtelu kaikkien alueiden sisällä oli voimakasta.

Pelloille tuli ravinnelisäystä lähinnä kemiallisista lannoitteista ja karjanlannasta. Typpi- ja fosforilisäyksestä n. 2/3 ja kaliumista puolet oli peräisin kemiallisista lannoitteista. Kylvösiementen, laskeuman ja biologisen typensidonnan merkitys peltojen ravinnetaseisiin oli keskimäärin vähäinen. Myös typen haihdunta karjanlannasta oli vähäistä verrattuna sadon mukana pelloilta poistettuun typpimäärään. Merkittävimmät peltojen ravinnevirrat syntyivät siis lannoituksesta ja sadoista. Mitä voimakkaampaa oli peltojen lannoitus, sitä enemmän syntyi ravinneylijäämää. Ravinnetase kuvasi pelloille jäävää ravinnemäärää tarkemmin kuin hyötysuhde. Taseen perusteella oli mahdollista arvioida lohkon kuormitusriskiä suhteessa muihin peltolohkoihin ja tunnistaa suurimman kuormitusriskin lohkot maatilalla sisällä. Hyötysuhde kuvasi vain suhteellista, hyödynnettyä osaa ravinteista. Yhtä suurella hyötysuhteella peltojen ravinneylijäämissä saattoi olla moninkertaisia eroja.

Peltojen lannoitustaso oli viljelijöillä pääsääntöisesti hyvin tiedossa. Kemiallisten lannoitteiden käyttömäärät oli kirjattu joka lohkolle ja karjanlannasta oli teetetty ravinneanalyysi joka tilalla. Laitumille kertyvän lannan ravinnesisältöä ei kuitenkaan ollut laskettu yhdelläkään tilalla. Lanta siis ”hävisi” karjan ruokinnan ja laidunten väliltä tilan sisälle. Viljelysuunnitelmissa pelloille levitetyn karjanlannan fosforipitoisuudesta laskettiin kasveille käyttökelpoiseksi 75 % ja typpipitoisuudesta 50 - 100 % lannoitusajankohdasta riippuen. Kokonaisravinteita ”hävisi” siten kaikille lohkoille, joille levitettiin lantaa. Sadon määrä oli valtaosalla peltolohkoista arvio, koska satoa ei yleensä punnittu. Nurmisatojen lohkokohtainen arviointi oli viljelijöille vaikeampaa kuin viljasatojen. Erityisen vaikeaa oli laidunsatojen arviointi. Satoarviot vaikuttivat peltojen ohella myös karjan ravinnetaseeseen, koska satoarvioita käytettiin karjan syömän rehumäärän laskennassa.

Lannoitustason pohjana olevaa satotavoitetta olisi ollut mielenkiintoista verrata toteutuneeseen satotasoon. Satotavoitetta ei tässä tutkimuksessa kuitenkaan selvitetty. Nurmilla typpi- ja fosforilannoitus vaihtelivat eri satotasolla vain vähän, kaliumlannoitus ei juuri lainkaan. Lannoitusmääristä päätellen satotavoitteet olivat kaikilla nurmilohkoilla melko samansuuruisia. Viljalohkoille lisätyt ravinnemäärät vaihtelivat ennemminkin käytettyjen lannoitteiden ja fosforin varastolannoituksen mukaan, eivät niinkään satotason perusteella. Osa viljalohkojen fosforilisäyksestä oli varastolannoitusta tuleville vuosille, osalla nurmista taas hyödynnettiin edellisten vuosien lannoitusta. Fosforin varastolannoitusta ja tasausta olisi ollut hyvä seurata pelloilla monivuotisen viljelykierron aikana. Ravinnetaseet olisi ollut hyvä laskea useammalle peräkkäiselle vuodelle, jotta ravinteiden käytöstä ja ylijäämästä olisi saanut kattavamman kuvan.

Maitotiloille on Suomessa laskettu ravinnetaseita eri hankkeissa. Kainuussa tehtiin ravinnetaselaskelmia 1990-luvun lopulla 47 - 220 maitotilalle vuosittain. Peltojen keskimääräinen typpitase oli n. 50 - 60 kg ha<sup>-1</sup> ja fosforitase 8 - 13 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa. Tärkeimpiä syitä ravinneylijäämiin olivat liian voimakas lannoitus suhteessa satotasoon, karjanlannan ravinteiden tehon hyödyntäminen lannoituksessa ja heikot sadot sateisina tai kuivina vuosina. Kokonaisfosforin lannoitustasoa alennettiin 5-vuotisen hankkeen aikana monilla tiloilla, kun karjanlannan fosforipitoisuus alettiin ottaa paremmin huomioon ja ostolannoitteiden käyttöä vähennettiin (Poikela 2000). Uudella- maalla laskettiin ravinnetaseita 4 - 8 karjatilalle vuosina 2002 - 2003 (Manninen 2004, Malin-Lindroos 2004). Tilojen pelloilla syntyi typpiylijäämää keskimäärin n. 30 kg ha<sup>-1</sup> ja fosforiylijäämää 2 - 4 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa. Typen ylijäämä oli nurmilla voimakkaampaa kuin viljanviljelyssä, fosforin ylijäämä puolestaan päinvastoin. Kaliumin taseet olivat

alijäämäisiä n. 20 kg ha<sup>-1</sup>. Kainuun ja varsinkin Uudenmaan karjatiloihin verrattuna tämän tutkimuksen maitotiloilla sekä typen, fosforin että kaliumin lannoitustasot olivat korkeat. Typpilannoitus oli keskimäärin n. 30 kg ha<sup>-1</sup> voimakkaampaa kuin Kainuussa ja 50 kg ha<sup>-1</sup> voimakkaampaa kuin Uudellamaalla. Fosforilannoitus oli yhtä voimakasta kuin Kainuussa vuosina 1995 ja 1996, kun ravinnetaseiden laskenta siellä aloitettiin. Kaliumia käytettiin kaksinkertainen määrä verrattuna Uudenmaan karjatiloihin. Typen ylijäämä oli selvästi suurempaa kuin Kainuussa ja yli kaksinkertaista verrattuna Uudenmaan tiloihin. Fosforin ylijäämä oli keskimäärin yhtä suurta kuin Kainuussa.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa on laskettu peltojen valtakunnalliset ja alueelliset typpi- ja fosforitaseet vuosille 1990 - 2002. Typpiylijäämää syntyi 1990-luvun alussa valtakunnallisesti keskimäärin 90 kg ha<sup>-1</sup> ja fosforylijäämää 30 kg ha<sup>-1</sup>. Lähinnä lannoituksen vähentämisen takia ylijäämät pienenevät 1990-luvun aikana. Valtakunnallinen typpitase oli 2000-luvun alussa n. 50 kg ha<sup>-1</sup> ja fosforitase 8 kg ha<sup>-1</sup> (Salo ym. 2004a, MMM 2004). Tässä tutkimuksessa sekä typpi- että fosforylijäämää syntyi enemmän kuin valtakunnallisesti. Suurin osa tutkimustiloista sijaitsi Etelä-Karjalan ja Mikkelin maaseutukeskusten alueilla. Vuonna 1999 typpitase oli Etelä-Karjalan alueella keskimäärin 70 kg ha<sup>-1</sup> ja Mikkelin alueella 57 kg ha<sup>-1</sup> (Salo ym. 2004a). Fosforitase oli molemmilla alueilla n. 10 kg ha<sup>-1</sup> (MMM 2004). Tämän tutkimuksen typpi- ja fosforitaseet olivat Etelä-Karjalan alueellisten taseiden kanssa samansuuruiset. Vuosina 2000 - 2002 typpitase oli Etelä-Karjalan alueella 44 - 50 kg ha<sup>-1</sup> ja Mikkelin alueella 32 - 50 kg ha<sup>-1</sup> eli selvästi pienempi kuin vuonna 1999 (Salo ym. 2004a). Todennäköisesti myös tutkimustilojen typpiylijäämä oli tavallista voimakkaampaa vuonna 1999.

Tässä tutkimuksessa peltojen suurten typpi- ja fosforylijäämien taustalla olivat pääosin samat syyt kuin kainuulaisilla (Poikela 2000) maitotiloilla. Lannoitus oli satotasoon verrattuna liian voimakasta, karjanlannan ravinteita ei otettu kokonaisuudessaan huomioon varsinkaan laidunten lannoitussuunnittelussa ja lisäksi kuiva sää pienensi satoa. Lannoituksen vähentäminen tai toisaalta satotason parantaminen pienentäisivät ravinneylijäämää. Lannoituksen voimakkuus on viljelijän päätettävissä, ja siihen on myös helpompaa vaikuttaa kuin sadon suuruuteen. Viljelijä voi halutessaan vähentää kemiallisten lannoitteiden käyttöä. Tilan eläinmäärä vaikuttaa karjanlannan määrään, mutta lannan ravinnepitoisuuteen voi vaikuttaa eläinten ruokinnalla. Mitä voimakkaampaa ruokinta on, sitä enemmän lantaan kulkeutuu ravinteita (Nousiainen ym. 2003, Yrjänen ym. 2003). Viljelijä voi halutessaan ottaa karjanlannan ravinnepitoisuuden kokonaisuudessaan huomioon lannoitussuunnitelmissa. Mikäli sato jää pienemmäksi kuin pellolle asetettu satotavoite ja syntyy runsaasti ravinneylijäämää, lannoitusta voi vähentää tulevana vuosina. Kasvukauden säähän on mahdotonta vaikuttaa, mutta rakenteeltaan, multavuudeltaan ja vesitaloudeltaan hyvässä kunnossa olevat pellot kestävät säiden vaihtelua paremmin kuin huonokuntoiset. Pellon kuntoa voi parantaa ojituksen, kalkituksen ja viljelykierron avulla sekä estämällä peltoja tiivistymästä haitallisesti (Alakukku & Teräväinen 2002, Kukkonen ym. 2005).

Uudellamaalla Lepsämänjoen valuma-alueella seurattiin 162 peltolohkon ravinnetaseita vuosina 1997 - 2002. Osalla lohkoista sato jäi pieneksi sekä kuivina että sateisina vuosina, osalla lohkoista taas sato onnistui kohtuullisesti joka vuosi. Sää vaikutti valuma-alueella (214 km<sup>2</sup>) kaikkien lohkojen viljelyyn suunnilleen yhtä paljon, joten satotason vaihtelun taustalla oli muita tekijöitä. Mm. viljelykierto puuttui tai oli vähäistä osalla alueen pelloista (Marttila 2005). Lepsämänjoen valuma-alueen tapaan ravinne-

taseiden lohkokohtainen vaihtelu oli tässä tutkimuksessa suurta sekä lähekkäin että kaukana toisistaan sijaitsevilla tiloilla ja tilojen sisällä jopa samoilla viljelykasveilla. Sää vaikutti lähellä toisiaan sijaitseviin peltoihin yhtä paljon. Peltojen kunto, maalaji, viljelyhistoria ja sijainti saattoivat vaikuttaa lannoituksen voimakkuuteen ja satotasoon sekä ravinteiden hyödyntämiseen. Lohkokohtaisen vaihtelun taustalla olevia tekijöitä ei kuitenkaan tässä työssä tutkittu tarkemmin.

Vuonna 2003 toteutetussa viljatutkimuksessa (n. 300 kasvinviljelytilaa) selvitettiin mm. peltojen lannoituksen voimakkuutta, ravinnetaseiden suuruutta, tauti- ja tuholais-torjunnan toteutusta sekä viljasadon määrää ja laatua. Ravinneylijäämät olivat sitä pienempiä, mitä suurempia satoja pelloilta saatiin. Koska suuret sadot olivat myös laadultaan hyviä, mahdollisimman suurten satojen tavoittelu nähtiin sekä viljelijän että ympäristön kannalta kannattavana (Salopelto 2004). Lepsämänjoen valuma-alueella ravinneylijäämää syntyi eri kasvien viljelyssä jonkin verran myös suurilla sadoilla. Mikäli lannoitusmäärät suurenivat satotavoitteen ja sadon kasvaessa, ravinneylijäämä ei välttämättä vähentynyt lainkaan vaan saattoi jopa suurentua. Valtaosalla pelloista satotavoite oli suurempi kuin toteutunut sato, mikä kasvatti ravinneylijäämiä (Marttila 2005). Tässä tutkimuksessa ravinnetaseet pääsääntöisesti pienenevät, kun sadot kasvoivat. Suuremmilla sadoilla ravinteiden ylijäämä vähenisi ainakin niillä lohkoilla, joiden sato jäi tavoiteltua pienemmäksi. Satoja ei kuitenkaan voi kasvattaa rajattomasti, etenkin lisäämättä lannoitusta, eivätkä kaikki peltolohkot voi tuottaa jatkuvasti hyviä satoja. Liian suuret sadot voivat olla karjatilalle jopa ongelma, jollei satoa saada myytyä tai varastoitua. Lannoituksen vähentäminen on yksinkertainen keino ravinneylijäämien vähentämiseksi varsinkin lohkoilla, joilta ei odoteta erinomaisia satoja sekä lohkoilla, joilla satotaso on jo korkea, mutta ylijäämää silti syntyy. Odotettua huonomman sato-vuoden jälkeen lannoitusta on mahdollista vähentää esimerkiksi yhden vuoden ajaksi.

Lannoitussuositukset perustuvat viljelykasvien ravinteiden tarpeeseen (Viljavuuspalvelu Oy 2000). Lannoituksen vähentämisestä syntyy helposti mielikuva, että ravinteet eivät enää riitä kasvin kasvuun ja satotaso pienenee. Suositusten mukainen lannoitus voi kuitenkin olla niin voimakasta, että pelloilla syntyy runsaastikin ravinneylijäämää (Marttila 2005). Lannoitussuosituksissa myös ilmoitetaan yleensä vain suurimmat sallitut lannoitusmäärät, jotka oikeuttavat ympäristötukeen (Viljavuuspalvelu Oy 2000). Lannoitussuunnittelussa ylijäämän suuruutta ei ole ollut tapana laskea, joten viljelyn näkökulmasta ei ole ollut myöskään tarvetta vähentää lannoitusta. Ravinnetaseiden avulla on mahdollista selvittää, syntyykö ylijäämää ja onko eri ravinteiden käyttö pelloilla tasapainossa. Maitotilojen pelloilla eri ravinteiden taseet saattoivat olla hyvin erilaisia. Esimerkiksi nurmilla typpiylijäämää saattoi syntyä runsaasti ( $> 150 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ja fosforiylijäämää jonkin verran ( $5 \text{ kg ha}^{-1}$ ), kun taas kaliumtase saattoi olla reilusti alijäämäinen (esim.  $> 100 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Lannoitussuunnittelussa eri ravinteiden taseet useilta vuosilta olisi syytä ottaa huomioon, ettei esimerkiksi typpitase vuosien mittaan kasva suhteettoman suureksi muihin ravinteisiin verrattuna tai kaliumvaje niin suureksi, että se alkaa rajoittaa kasvien kasvua ja typen ja fosforin hyödyntämistä.

## 4.2 Karjan ravinnetaseet

Karjan taseissa ravinteiden lisäyksen ja ylijäämän välillä oli selvä yhteys. Mitä voimakkaammin eläimiä ruokittiin, sitä enemmän ravinteita päätyi karjanlantaan. Ravinnelisäys oli lähes kokonaisuudessaan ( $> 99 \%$ ) peräisin rehuista. Suurin osa rehujen ravinteista

tuli tilan pelloilta säilörehun, muiden karkearehujen ja viljan mukana. Karjan hyödyn-tämistä ravinteista valtaosa myytiin tilalta maidon mukana. Suurin osa rehujen ravinteista päätyi kuitenkin lantaan. Karjan typpitase oli keskimäärin  $109 \text{ kg ey}^{-1}$ , fosforitase  $16 \text{ kg ey}^{-1}$  ja kaliumtase  $107 \text{ kg ey}^{-1}$ . Yhdellä tilalla lantaan päätyi keski-määrin n.  $4\,000 \text{ kg}$  typpeä ja kaliumia ja  $570 \text{ kg}$  fosforia vuodessa. Ylijäämän määrä eläinyksikköä kohti vaihteli eri tiloilla voimakkaasti. Peltotaseiden tavoin myös karjan laskelmissa tase kuvasi ravinteiden ylijäämää tarkemmin kuin hyväksikäyttöaste.

Peltotaseiden laskennassa sadon määrä oli arvio suurimmalla osalla lohkoista. Epä-varmimmat satoarviot tehtiin nurmille, erityisesti laitumille. Karjan taseessa eläinten syömän rehumäärän laskennassa käytettiin osittain samoja satoarvioita. Mikäli esim. tilalla tuotetun säilörehun määrä yliarvioitiin peltotaseissa, karjan syömän rehun määrä yliarvioitiin karjan taseessa ja lantaan päätyvä ravinnemäärä kasvoi. Jos taas sadot arvioitiin liian pieniksi, karjan syömä rehumäärä ja ravinnetase tulivat aliarvioituiksi. Rehuntuotantoon verrattuna ostorehujen ja tilalta myydyin maidon määrät olivat luotet-tavasti tiedossa. Taseet olisi ollut hyvä laskea erikseen lehmille ja nuorkarjalle, koska niitä ruokittiin osittain eri rehuilla ja eri rehumäärillä. Lehmät ja nuorkarja myös hyödyntävät ruokinnan ravinteita eri tavoin. Lehmät ovat suhteellisesti (%) tehok-kaampia ravinteiden käyttäjiä kuin hiehot, mutta voimakkaamman ruokinnan takia niiden lantaan päätyy enemmän ravinteita (Mälkiä 1999b).

Ruokinnan voimakkuuden ja ravinneylijäämän suhdetta on selvitetty eri tutkimuksissa. Kainuussa vuosina 1995 - 1999 maitotiloille tehdyissä taselaskelmissa eläinten tuotos-taso oli sitä korkeampi, mitä voimakkaampaa oli typpiruokinta. Tuotoksen kasvaessa maitolitraa kohti laskettu typpiylijäämä pieneni, mutta typen kokonaisylijäämä kasvoi. Karjan typpiylijäämä vaihteli eri tuotostasoilla välillä  $110 - 124 \text{ kg ey}^{-1}$  (Poikela 2000). Samankaltaisia tuloksia saatiin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksessa (MTT) lypsylehmien ruokintakokeissa. Mitä enemmän lehmät saivat typpeä ja fosforia, sitä enemmän ravinteita erittyi sонтаan ja virtsaan ja sitä pienempi osuus (%) rehujen ravinteista hyödynnettiin maidontuotannossa. Typpiylijäämä vaihteli ruokinnan voimak-kuuden mukaan välillä  $100 - 164 \text{ kg ey}^{-1}$  vuodessa. Fosforia erittyi sонтаan keskimäärin  $22 \text{ kg ey}^{-1}$  (Nousiainen ym. 2003, Yrjänen ym. 2003). Uudellamaalla karjan tase laskettiin seitsemälle maitotilalle vuonna 2003. Lantaan päätyi keskimäärin  $130 \text{ kg ey}^{-1}$  typpeä,  $21 \text{ kg ey}^{-1}$  fosforia ja  $110 \text{ kg ey}^{-1}$  kaliumia (Malin-Lindroos 2004). Maidon-tuotannon tuloslaskelmissa, joita tehdään vuosittain suurimmalle osalle Suomen maito-tiloista, typpiylijäämää syntyi lehmillä  $121 \text{ kg ey}^{-1}$  ja fosforiylijäämää  $19 \text{ kg ey}^{-1}$  vuonna 2004 (ProAgria 2005).

Tässä tutkimuksessa typpilisäys karjaan ( $157 \text{ kg ey}^{-1}$ ) oli yhtä voimakasta kuin vastaa-valla tuotostasolla ( $7\,600 \text{ l lehmä}^{-1}$ ) Kainuussa ja Uudellamaalla. Ylijäämää syntyi saman verran kuin Kainuussa ja MTT:n ruokintakokeissa yhtä voimakkaalla ruokinnalla. Karjan fosforitase oli vähän pienempi kuin Uudellamaalla ja MTT:n kokeissa. Kaliumtase puolestaan oli yhtä suuri kuin Uudellamaalla. Koko karjan keski-määräinen typpi- ja fosforiylijäämä oli pienempää kuin lehmien valtakunnallinen yli-jäämä vuonna 2004. Lehmien ravinneylijäämä oli kuitenkin todennäköisesti lähellä valtakunnallista keskiarvoa.

Karjan voimistuva ruokinta heijastuu lannan ravinnepitoisuuteen, jolloin laitumille kertyy eläintä kohti enemmän ravinteita ja pelloille levitettävän lannan ravinnesisältö suurenee. Lannoitus suunnitelmissa karjanlannan ravinteista otetaan huomioon vain ns.

kasveille käyttökelpoinen osa, esim. fosforista 75 %. Loput 25 % kokonaisfosforista ”katoaa” pelloille samalla tavalla kuin laitumille kertyvä eläinten lanta. Ruokinnan voimistuessa ja lannan ravinnemäärän kasvaessa 25 % kokonaisfosforista tarkoittaa yhä suurempaa kilomäärää. Jos lannan ravinnesisältö kaksinkertaistuu, myös kasveille käyttökelvoton fosforimäärä kaksinkertaistuu, vaikka sen osuus fosforin kokonaismäärästä pysyy samana. Jos taas lannan ravinnepitoisuus pienenee, myös kasveille käyttökelvoton ravinnemäärä vähenee.

Karjanlannan ravinnepitoisuus on todennäköisesti suurentunut viime vuosikymmeninä samaan aikaan, kun eläinten ruokinta on voimistunut ja maitotuotos kasvanut. Vaikka kemiallisten lannoitteiden käyttö maataloudessa on vähentynyt, peltojen lannoitus karjatiiloilla ei kokonaisuudessaan ole välttämättä vähentynyt. Esim. karjasuojan läheisyydessä sijaitsevien tehokkaasti laidunnettujen peltojen lannoitus on voinut jopa voimistua lannan ravinnepitoisuuden kasvun myötä.

Karjanlannan sisältämää ravinnemäärää on mahdollista vähentää välttämällä eläinten liian voimakasta ruokintaa. Maidontuotannossa eläimet saavat helposti liikaa typpeä säilörehun ja väkirehujen mukana. Säilörehun typpipitoisuutta voi pienentää välttämällä nurmien voimakasta typpilannoitusta ja liian aikaista korjuuta. Osan nurmisäilörehusta voi myös korvata kokoviljasäilörehulla, joka sisältää vähemmän typpeä. Väkirehuista tulevaa typpimäärää voi vähentää joko rajoittamalla rehun syöntiä tai siirtymällä vähemmän typpeä sisältäviin rehuihin (Nousiainen ym. 2003). Fosforia eläimet saavat yleensä riittävästi karkea- ja väkirehuista. Fosforia sisältävien kivennäisrehujen käyttö on kuitenkin maitotiloilla yleistä. Välttämällä ylimääräistä fosforiruokintaa myös lannan fosforipitoisuus pienenee (Van Horn ym. 1996, Yrjänen ym. 2003, Toor ym. 2005). Jos voimakkaasti ruokitun, korkeatuottoisen karjan ruokintaa kevennetään, myös maitotuotos saattaa pienentyä (Van Horn ym. 1996, Nousiainen ym. 2003, Yrjänen ym. 2003). Tässä tutkimuksessa osalla voimakkaasti ruokituista karjoista tuotostaso oli pienempi kuin kevyemmin ruokituilla, osalla taas päinvastoin. Samanlaista vaihtelua esiintyi myös seitsemällä Uudellamaalla sijaitsevalla maitotilalla, joiden karjalle laskettiin ravinnetaseet (Malin-Lindroos 2004). Tulosten perusteella ylirookinnan välttäminen ei siten välttämättä vähentäisi maitotuotosta.

#### 4.3 Tilojen ravinnetaseet

Tilojen ravinneylijäämä oli sitä suurempaa, mitä enemmän ja ravinnepitoisempia lannoitteita ja rehuja tiloille ostettiin. Suurin osa typestä (73 %), fosforista (61 %) ja kaliumista (76 %) ostettiin tiloille lannoitteiden mukana. Keskimäärin 22 % typestä, 37 % fosforista ja 23 % kaliumista tuli tiloille ostorehuissa. Noin 50 - 60 % tilalta lähteneistä ravinteista myytiin maidon mukana. Merkittävimmät ravinnevirrat syntyivät siten ostolannoitteista ja -rehuista sekä maidosta. Tiloille kertyi vuoden aikana typpiylijäämää keskimäärin  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  (vaihteluväli  $60 - 200 \text{ kg ha}^{-1}$ ), fosforiylijäämää  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $9 - 31 \text{ kg ha}^{-1}$ ) ja kaliumylijäämää  $46 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $10 - 90 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Viljelijöiden valinnat siitä, miten voimakkaasti peltoja lannoitettiin ja karjaa ruokittiin, vaikuttivat tilojen väliseen vaihteluun.

Tila- eli porttitaseita on laskettu eri hankkeissa. Väisänen (1996) seurasi kuuden karjatilaa porttitaseita Etelä-Savossa viiden vuoden ajan. Taseet vaihtelivat huomattavasti peräkkäisinäkin vuosina. Tavanomaisen tuotannon maitotilalla typpitase vaihteli eri



vuosina välillä 86 – 124 kg ha<sup>-1</sup>, fosforitase välillä 15 - 33 kg ha<sup>-1</sup> ja kaliumtase välillä 73 - 165 kg ha<sup>-1</sup>. Lihakarjatilalla vaihtelu oli samoina vuosina 41 - 74 kg ha<sup>-1</sup> N, 17 - 31 kg ha<sup>-1</sup> P ja 41 - 101 kg ha<sup>-1</sup> K. Vaihtelua aiheuttivat mm. vaihteleva satotaso sekä kesannointivelvoite, jonka myötä tiloille jouduttiin ostamaan aiempaa enemmän rehuja. Kainuussa 47 - 220 tilalle vuosittain tehdyissä taselaskelmissa (Poikela 2000) maidontuotannon intensiteetti lisäsi ravinteiden käyttöä ja ylijäämää. Tilojen keskimääräinen typpitase vaihteli vuosittain välillä 103 - 122 kg ha<sup>-1</sup>, fosforitase puolestaan 15 - 19 kg ha<sup>-1</sup>. Virtanen (2003) selvitti eri puolilla Suomea sijaitsevien 356 maitotilan typpi- ja fosforikuormituspotentiaalia porttitaseiden avulla. Mitä suurempia olivat ostorehujen ja -lannoitteiden määrät, keskituotos, eläintiheys ja nurmen osuus peltoalasta, sitä enemmän tiloilla syntyi ravinneylijäämää. Tilojen typpitase oli keskimäärin 102 kg ha<sup>-1</sup> (-19 - 231 kg ha<sup>-1</sup>) ja fosforitase 13 kg ha<sup>-1</sup> (-4 - 99 kg ha<sup>-1</sup>).

De Clercq ym. (2001) kokosivat tietoja Euroopan eri maiden tyypillisistä tilataseista eri tuotantosuunnilla. Lypsykarjatilojen typpitaseet olivat pienimpiä Itävallassa ja Espanjassa, alle 50 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa. Suomessa, Ruotsissa, Norjassa ja Sveitsissä typpitaseet vaihtelivat välillä 87 - 150 kg ha<sup>-1</sup>. Tanskassa, Portugalissa, Iso-Britanniassa ja Belgiassa typpiylijäämää syntyi yli 200 kg ha<sup>-1</sup> vuodessa ja Irlannissa ja Alankomaissa yli 300 kg ha<sup>-1</sup>. Fosforylijäämä oli vähäisintä Ruotsissa, alle 10 kg ha<sup>-1</sup>, sekä Suomessa, Norjassa, Espanjassa ja Ranskassa, 10 - 15 kg ha<sup>-1</sup>. Tanskassa, Italiassa ja Alankomaissa fosforylijäämää syntyi vähintään 20 kg ha<sup>-1</sup> ja Iso-Britanniassa lähes 40 kg ha<sup>-1</sup>.

Tässä tutkimuksessa maitotiloilla syntyi yhtä paljon typpi- ja fosforylijäämää kuin Poikelan (2000) ja Virtasen (2003) laskelmissa, joiden aineistona oli yhteensä satoja tiloja eri puolilla Suomea. Kaliumylijäämää syntyi saman verran kuin Väisäsen (1996) tekemässä tilataseiden seurannassa. Fosforylijäämä (15 kg ha<sup>-1</sup>) oli lähes yhtä suurta, mutta typpiylijäämä (109 kg ha<sup>-1</sup>) suurempaa kuin De Clercqin ym. (2001) käyttämä ”tyypillinen” maitotilojen ylijäämä Suomessa (13 kg ha<sup>-1</sup> P, 87 kg ha<sup>-1</sup> N). De Clercq ym. käyttivät yhteenvedossaan kahden maitotilan tietoja Seiskarin (1998) kahdeksalle maitotilalle vuonna 1998 tekemistä taselaskelmista. Kahdeksasta tilasta seitsemän oli mukana tässä tutkimuksessa, jonka aineisto kerättiin vuotta myöhemmin kuin Seiskarin aineisto samoilla laskentaperiaatteilla. Ravinnetaseet vaihtelivat tutkimustiloilla ilmeisesti jonkin verran peräkkäisinä vuosina samaa tapaan kuin Väisäsen (1996) tilatase-laskelmissa. Tyypillinen suomalaisen maitotilan typpiylijäämä lienee lähempänä tämän tutkimuksen tuloksia kuin kahden tilan keskiarvoa vuodelta 1998.

Maitotiloille ostettiin selvästi enemmän ravinteita kuin myytiin. Tyyppistä ja kaliumista hyödynnettiin tilatasolla vain 21 - 23 %, fosforista n. 30 %. Tiloille ostettujen ja niiltä myytyjen tuotteiden ravinnesisältö oli suuruusluokaltaan melko luotettavasti tiedossa. Pelkästään tilataseita tarkastellessa oli vaikeaa hahmottaa, mihin ravinteet tilan sisällä kertyivät. Ravinteiden osto- ja myyntimäärien tarkastelu ei paljastanut tilan sisäisiä ravinnehävikkejä, eikä niiden perusteella ollut myöskään mahdollista selvittää, miten ravinteiden käyttöä voisi tehostaa ja ylijäämää vähentää. Karjan ja peltotaseiden tarkastelu tilataseen rinnalla auttoi ymmärtämään ravinteiden kulkua tilan sisällä.

Tiloille ostettujen kemiallisten lannoitteiden ravinnesisältö otettiin kokonaisuudessaan huomioon sekä taselaskelmissa että viljelijöiden käyttämissä lannoitus suunnitelmissa. Lannoitteiden ravinteet päätyivät joko ylijäämänä peltomaahan tai kiersivät rehusatoihin sitoutuneina tilan sisällä karjalle. Ostorehujen fosfori- ja kaliumpitoisuudet otettiin karjan ruokinnassa huomioon kokonaisravinteina. Rehujen typpipitoisuutta ei sellai-

senaan ollut käytettävissä, vaan tuotteista ilmoitettiin erilaisia valkuaispitoisuuksia, mm. raakavalkuaisen ja ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen pitoisuudet (Tuori ym. 1996). Typpipitoisuuden käyttäminen rehujen tuoteselosteissa valkuaispitoisuuden sijaan olisi yksinkertaistanut taselaskentaa jonkin verran. Ravinnetaselaskennassa typpipitoisuus olisi ollut myös viljelijöille havainnollisempi termi kuin raakavalkuaispitoisuus muunnoslaskelmineen.

Sekä ostorehujen että tilalla tuotettujen rehujen ravinteet päätyivät enimmäkseen karjanlantaan ja sen mukana pelloille. Ravinnetaselaskelmissa pelloille päätynyt lanta otettiin huomioon kokonaisuudessaan. Viljelysuunnitelmissa pelloille levitetyn lannan fosforista laskettiin kasveille käyttökelpoiseksi 75 % ja tuestä 50 - 100 % riippuen lannoitusajankohdasta. Keskimäärin 25 % lannan tuestä ja fosforista ”katosi” siten viljelysuunnitelmissa pelloille lantavaraston ja lannoittamisen väliltä. Lisäksi laitumille jäänyttä laiduntavan karjan lantaa ei viljelysuunnitelmissa otettu huomioon lainkaan. Enimmillään noin kolmasosa lannan vuosittaisesta ravinnemäärästä ”hävisi” laitumille neljän kuukauden laidunkauden aikana eläinten ja laidunten väliltä. Lantaloiden rakentamisohjeissa kotieläintiloille suositellaan rakennettavaksi koko vuoden määrää vastaava lantavarasto. Laidunkauden lantamäärää neljän kuukauden ajalta ei kuitenkaan ole pakko ottaa huomioon lantalan tilavuudessa (MMM 646/2000, VNa 931/2000). Laidunkauden lantaa ei siis välttämättä oteta maitotiloilla huomioon millään tavalla.

Karjan taselaskelmien mukaan lantaan päätyi keskimäärin 109 kg typpeä, 16 kg fosforia ja 107 kg kaliumia yhtä eläinyksikköä kohti vuodessa. Tämän perusteella laitumille olisi jäänyt neljän kuukauden laidunkauden aikana keskimäärin 36 kg typpeä ja kaliumia sekä 5 kg fosforia yhtä eläinyksikköä kohti. Kun yhdellä tilalla oli keskimäärin 36 eläinyksikköä, laitumille olisi neljän kuukauden aikana kertynyt yhteensä 1 300 kg typpeä ja kaliumia sekä 180 kg fosforia. Peltotaselaskelmissa laitumille ei kuitenkaan kertynyt näin suurta ravinnemäärää. Karjan taseen mukaan yhdellä maitotilalla lantaan kulkeutui keskimäärin 4 000 kg typpeä, 600 kg fosforia ja 4 000 kg kaliumia vuodessa. Peltotaseen mukaan taas pelloille levitetty ja laitumille kertynyt karjanlannan typpimäärä oli yhteensä 2 000 kg, fosforimäärä 400 kg ja kaliumimäärä 2 000 kg. Karjan ja pellon väliltä hävisi siis laskennallisesti noin puolet kokonaistuestä ja kaliumista ja kolmasosa kokonaisfosforista. Typpeä haihtui lannan levityksen yhteydessä keskimäärin 240 kg vuodessa.

Karjatiloille on mahdollista laskea tila-, pelto- ja karjan taseen lisäksi myös lantatase. Se kuvaa karjan lantaan laskennallisesti päätyvän ravinnemäärän (karjan tase) ja peltojen lannoittamiseen käytetyn sekä tilalta luovutetun (hyödynnetyn) lannan ravinnemäärien erotusta. Lantataseen hyötysuhde (%) kuvaa lannan ravinteiden hyväksikäyttöä tilan toiminnassa (Rajala 2000). Kun hyötysuhde on pienempi kuin 100 %, ravinteita on hävinnyt lannan varastoinnin aikana tai lantaa on tilan sisällä päätynyt muualle kuin pelloille, esim. karjan jaloittelualueille tai metsälaitumille, jotka eivät ole mukana pelto-taseen laskennassa. Karjan rehuille ja pelloille päätyneelle lannalle käytetyt määrät ja ravinnepitoisuudet saattavat myös tuoda taseiden laskentaan epätarkkuutta. Tässä tutkimuksessa lantataseen hyötysuhde oli typpellä ja kaliumilla n. 50 % ja fosforilla 66 %.

Kainuulaisille maitotiloille (462 tilaa) tehdyissä ravinnetaselaskelmissa lannan tuestä hyödynnettiin laskennallisesti noin puolet, fosforista 80 % ja kaliumista 60 % (Poikela 2000). Uusmaalaisilla tiloilla (9 tilaa) lannan hyötysuhde oli typen osalta 36 %, fosforin osalta 63 % ja kaliumin osalta 51 % (Malin-Lindroos 2004). Kummassakaan tutkimuk-

sessä ei otettu huomioon laitumille kertynyttä lantamäärää. Tässä tutkimuksessa lannan ravinteiden hyväksikäyttö oli typen osalta yhtä vähäistä kuin kainuulaisilla tiloilla ja muiden ravinteiden osalta samansuuruista kuin uusmaalaisilla tiloilla, vaikka myös laiduntavan karjan lanta laskettiin pelloille kertyneeksi.

Maitotilojen satotasot varsinkin nurmilohkoilla saattoivat tulla yliarvioituiksi, jolloin myös karjan syömä rehumäärä yliarvioitiin ja karjan tase muodostui laskelmissa todellista suuremmaksi. Toisaalta karjan typpi- ja fosforitaseet sekä tuotostaso olivat lähellä valtakunnallisia keskiarvoja (ProAgria 2005). Lantaa jäi jonkin verran laskelmien ulkopuolelle metsälaitumille ja karjan jaloittelualueille. Laitumille kertyneen lannan ravinnepitoisuus saattoi olla aliarvio, sillä laskelmissa käytettiin suomalaisen karjanlannan keskimääräisiä typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuuksia (Viljavuuspalvelu Oy 2000) eikä tilojen omia lanta-analyysyjä. Myös laitumille jääneen lannan määrä saattoi laskelmissa olla aliarvio. Lannan ravinteiden laskennallista hävikkiä olisi ollut mielenkiintoista selvittää lähemmin, mutta tässä tutkimuksessa siihen ei ollut mahdollisuutta.

Maitotilojen ravinneylijäämää on mahdollista vähentää joko pienentämällä tiloille tulevaa ravinnevirtaa tai suurentamalla tiloilta lähtevää määrää. Koska tiloilla tuotettu rehunurmi ja -vilja syötetään pääsääntöisesti karjalle, sadon myyntiä ei voi kasvattaa lisäämättä samanaikaisesti rehujen ostoa. Myös maidontuotannon lisääminen kasvattaisi ostorehujen käyttöä joko ruokinnan voimistamisen tai eläinmäärän suurenemisen kautta. Tiloilta lähtevää ravinnevirtaa voi käytännössä suurentaa vain luovuttamalla karjanlantaa muille maataloille. Tämän tutkimuksen maitotiloilla lannan luovutus olisi hyvä keino pienentää ravinneylijäämiä. Peltojen lannoitus oli keskimäärin niin voimakasta, että sitä voisi vähentää. Kemiallisten ostolannoitteiden käyttömäärän voisi pitää ennallaan, vaikka tiloilta luovutettaisiin suuriakin määriä lantaa.

Tiloille tulevaa ravinnemäärää voi pienentää vähentämällä lannoitteiden tai rehujen ostomääriä tai ravinnepitoisuuksia. Rehujen ravinnemäärän vähentäminen pienentää karjanlannan ravinnepitoisuuksia ja alentaa ajan myötä peltojen lannoitustasoa. Kemiallisten lannoitteiden käytön vähentäminen taas pienentää lannoitustasoa ja ravinneylijäämiä välittömästi. Osalla tämän tutkimuksen maitotiloista karjaa ruokittiin tuotostasoon nähden voimakkaasti ja lantaan kulkeutuva ravinnemäärä oli eläintä kohti suuri. Ruokinnan voimakkuutta ja tilakohtaista ravinneylijäämää voisi todennäköisesti pienentää vähentämällä ostorehujen ravinnemäärää. Yksinkertaisin keino tilan ravinneylijäämien pienentämiseen olisi kuitenkin ostolannoitteiden käytön vähentäminen. Tämän tutkimuksen tiloilla sekä viljan että nurmien, erityisesti laidunten, lannoitustasoa olisi mahdollista alentaa. Kemiallisten lannoitteiden käytön vähentäminen olisi viljelijöille todennäköisesti kannattavampaa kuin lannan luovuttaminen muille maataloille.

#### 4.4 Ravinnetaseiden ja vesistökuormituksen väliset yhteydet

Ravinnetaseisiin ja maatalouden vesistökuormitukseen vaikuttavat osittain samat ja osittain eri tekijät. Tase muodostuu ravinnelisyksen ja -poiston erotuksena lähinnä lannoituksen ja sadon perusteella. Lannoitustasoon vaikuttavat mm. viljelykasvi, satotavoite, pellon ominaisuudet ja viljelyhistoria, satoon puolestaan säätekijät, lannoitus, pellon kunto sekä kasvitaudit ja -tuholaiset (mm. Mengel & Kirkby 2001, Rajala ym. 2001). Lämpötila ja hydrologia vaikuttavat sadon ohella myös ravinteiden huuhtoutumiseen. Lämpötilan nousu lisää mineralisaatiota, sadanta ja valunta puoles-

taan huuhtoutumista (mm. Heathwaite 1997, Torstensson 1998, Ylivainio ym. 2002). Voimakkaat sateet heikentävät satoa ja ravinteiden hyödyntämistä sekä lisäävät ravinteiden hävikkiä vesistöihin. Myös kuivuus alentaa satotasoa, mutta samalla ravinteiden huuhtoutuminen ja eroosio vähenevät (Morgan 1995, Marttila ym. 2005). Maaperä ja kasvipeite pidättävät yleensä vettä ja ravinteita ja estävät siten ravinteiden suoraa kulkeutumista vesistöihin. Märästä ja ravinteikkaasta maasta ravinteet kuitenkin huuhtoutuvat helposti (Yli-Halla ym. 1995, Hartikainen 1996, Hooda ym. 2001, Öborn ym. 2003).

Ravinnetaseet on helpointa laskea yhdelle vuodelle tai kasvukaudelle kerrallaan. Taseet voivat kuitenkin vaihdella vuosien välillä huomattavasti eri peltolohkoilla, maataloilla ja alueilla (Väisänen 1996, Swensson 2003, Salo ym. 2004a, Marttila 2005). Myös vesistökuormitus vaihtelee vuosittain niin voimakkaasti, että kuormitustason määrittämiseen tarvitaan seuranta useilta vuosilta (mm. Vuorenmaa ym. 2002, Granlund ym. 2005). Vaihtelusta johtuen maatalouden ravinneylijäämän ja vesistökuormituksen välistä yhteyttä on lyhyellä aikavälillä vaikeaa havaita (Korsaeth & Eltun 2000, Öborn ym. 2003). Pidemmällä aikavälillä ravinneylijäämän on kuitenkin todettu lisäävän kuormitusta. Suomessa, kuten muissakin Euroopan maissa, vesistökuormitus on jatkuvasti lisääntynyt maatalouden tehostumisen ja kemiallisten lannoitteiden käytön myötä (mm. Rekolainen ym. 1997, De Clercq ym. 2001). Peltojen typpi- ja fosforitaseet ovat Suomessa olleet selvästi positiivisia 1940-luvulta lähtien (Rekolainen ym. 1992).

Ravinnetaseiden ja vesistökuormituksen välistä yhteyttä on selvitetty eri tutkimuksissa. Korsaeth & Eltun (2000) sekä Salo ym. (2004b) seurasivat typpitaseita ja typen huuhtoutumista pelloilta, Marttila ym. (2005) taas vertasivat peltojen keskimääräisiä typpi- ja fosforitaseita valuma-alueelta tulevaan kokonaisravinnekuormitukseen. Vuosittainen sadanta selitti kuormitusta kaikissa tutkimuksissa paremmin kuin ravinteiden ylijäämä. Viljelyhistoria vaikutti pelloilta huuhtoutuvaan ravinnemäärään, sillä kuormitusta syntyi myös kesantopelloilla, joita ei kesannointivuosina lannoitettu lainkaan (Salo ym. 2004b).

Ravinnetaseet eivät sellaisenaan kuvasta vesistökuormituksen suuruutta. Niiden avulla voi kuitenkin tunnistaa kuormituksen riskialueet esim. maatalan tai valuma-alueen sisällä ja laskea huuhtoutumiselle alttiin, potentiaalisen kuormituksen määrän (mm. Daniel ym. 1997, Seuri 2000, Sacco ym. 2003, Öborn ym. 2003, Marttila 2005). Ravinneylijäämän muutosten perusteella on myös mahdollista ennustaa, onko maatalouden vesistökuormitusriski suurenemassa vai pienenemässä, ottaen huomioon, että kuormitusriskiin vaikuttavat muutkin tekijät kuin ravinneylijäämä. Suomessa peltojen valtakunnallinen typpiylijäämä on vähentynyt 1990-luvun aikana n. 40 kg ha<sup>-1</sup> (tasolta 90 kg ha<sup>-1</sup> tasolle 50 kg ha<sup>-1</sup>) ja fosforiylijäämä n. 20 kg ha<sup>-1</sup> (tasolle 8 kg ha<sup>-1</sup>), joten vesistökuormitusriski on vähentynyt selvästi (MMM 2004, Salo ym. 2004a). Samaan aikaan viljely on kuitenkin yksipuolistunut ja keskittynyt alueellisesti (Palva ym. 2001, Pyykkönen ym. 2004), ja lannoitustason vähentymisestä huolimatta esim. helppoliukoisen fosforin määrä pelloilla on kasvanut lähes koko 1990-luvun ajan (Uusitalo & Ekholm 2004). Näiden tekijöiden osalta ravinteiden huuhtoutumisriski on siis suurentunut. Lannoitustason aleneminen on pienentänyt peltojen keskimääräistä ravinneylijäämää ja tehostanut ravinteiden hyväksikäyttöä. Ylijäämä on kuitenkin edelleen niin voimakasta, että se aiheuttaa merkittävän vesistökuormitusriskin.

## 4.5 Ravinnetaseiden käyttö tulevaisuudessa

Ravinnetaseita lasketaan nykyään erilaisissa kansallisissa, alueellisissa ja paikallisissa seuranta-, tutkimus- ja kunnostushankkeissa. Maatalouden tyypitasetta pidetään OECD-maissa (Organisation for Economic Co-operation and Development) ympäristön tilan indikaattorina ja sen avulla pyritään ehkäisemään typen kulkeutumista pinta- ja pohjavesiin (Parris 1998). Suomessa ravinnetase on yksi maatalouden kestävyysindikaattoreista (Seuri 2000), ja typpi- ja fosforitaseita on seurattu kansallisesti ja alueellisesti vuosina 1990 - 2002 (MMM 2004). Ravinnetaseita on laskettu myös rehevöityneiden järvien kunnostushankkeissa mm. Lappajärven (Latvala 2003), Tuusulanjärven (Marttila 2003) ja Isojärven (Manninen 2004) valuma-alueilla.

Ravinnetaseiden laskenta mahdollistaa niiden laajemman käytön esim. viljelyn suunnittelun tai vesistökuormituksen mallintamisen apuna. Laskelmien avulla eri alueiden maataloutta on myös mahdollista vertailla. Kainuulaisilla maitotiloilla ravinnetaselaskelmien tuloksia hyödynnettiin viljelysuunnitelmien teossa vuosina 1995 - 1999. Laskelmien avulla karjanlannan käyttöä tehostettiin ja kemiallisten lannoitteiden käyttöä vähennettiin. Fosforin ylijäämä maitotilojen pelloilla väheni keskimäärin  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  (Poikela 2001). Myös Ruotsissa tila- eli porttitaseiden laskenta vähensi kemiallisten lannoitteiden käyttöä. Tilakohtainen typpiylijäämä pieneni 138 maitotilalla keskimäärin  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  (tasolta  $187 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  tasolle  $167 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ) vuosina 1997 - 1999, kun tase-laskelmien tuloksia hyödynnettiin tilan toiminnan suunnittelussa (Swensson 2003). Kasvikohtaisia ravinnetaselaskelmia käytettiin lähtötietoina typen huuhtoutumista ja kulkeutumista kuvaavassa INCA-mallissa (Integrated Nitrogen Model for Catchments, Wade ym. 2002) Uudellamaalla Lepsämänjoen valuma-alueella. Ravinnetaseet paransivat mallin luotettavuutta, koska niiden avulla saatiin selvästi tavanomaista tarkempaa tietoa lannoitteiden käytöstä ja kuormituspotentiaalista tutkimusalueella (Granlund 2005). Potentiaalista kuormitusta kuvaavien ravinnetaseiden laskenta lisää tietoa myös todellisen vesistökuormituksen määrästä. Mallilaskelmien mukaan ravinneylijäämien pieneneminen vähentää ja suureneminen lisää ravinteiden huuhtoutumista pinta- ja pohjavesiin (Van Bruchem ym. 1999, Kuipers & Mandersloot 1999, Oenema ym. 2005).

Suomessa ravinnetaseiden laskenta ja tulkinta on ollut vaihtelevaa, koska laskelmissa huomioon otettaville tekijöille ja tuloksille ei ole virallisia suosituksia tai tavoitteita. Joissakin peltotaselaskelmissa on arvioitu laskeuman ja biologisen typensidonnan määrät (Hildén 2000, Marttila 2003), toisinaan taas olkien ravinteet on laskettu hyödynnetyiksi, vaikka oljet ovat jääneet pelloille (Salopelto 2003). Tuloksissa on yleensä ilmoitettu sekä ravinteiden taseet että hyväksikäyttöasteet, mutta joissakin laskelmissa vain hyötysuhde on raportoitu (Kulmala 2005). Peltotaselaskelmien tuloksia on tavallisesti tulkittu Rajalan ym. (2001) laatiman ravinnetaseoppaan mukaisesti, mutta vaihtelevasti joko ravinteiden taseiden tai hyväksikäyttöprosenttien perusteella. Tila- tai karjan taseiden tulkintaa ei yleensä ole tehty.

Rajalan ym. (2001) mukaan peltojen tyypitase on hyvällä tai korkealla tasolla, jos typpiylijäämää syntyy vähemmän kuin  $15 \text{ kg ha}^{-1}$ , ja huononlaisella tai huonolla tasolla, jos ylijäämää syntyy vähintään  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ . Fosforin käyttö taas on hyvällä tasolla, jos tase on vähintään  $2 \text{ kg ha}^{-1}$  alijäämäinen, ja huononlaisella tai huonolla tasolla, jos ylijäämää syntyy enemmän kuin  $10 \text{ kg ha}^{-1}$ . Tässä tutkimuksessa maitotilojen pelloille jäi keskimäärin  $69 \text{ kg ha}^{-1}$  typpeä ja  $11 \text{ kg ha}^{-1}$  fosforia. Ravinnetaseoppaan mukaan

molempien ravinteiden peltotaseet olivat siis huononlaisella tai huonolla tasolla. Ravinnetaseoppaan luokitus on laadittu ennen kaikkea viljakasveille (Rajala ym. 2001), joten se ei välttämättä sovellu maitotilojen peltotaseiden tulkintaan. Maatalouden asiantuntijoiden mukaan mm. eri tuotantosuunnille, viljelykasveille, maalajeille, lannoitusjärjestelmille ja ilmastovyöhykkeille tarvitaan omat ravinnetaseiden tulkintajärjestelmänsä (mm. Rajala ym. 2001, Öborn ym. 2003, Schröder ym. 2004, Halberg ym. 2005, Savela 2005). Vesistökuormituksen kannalta on kuitenkin samantekevää, millä tuotantosuunnalla tai viljelykasvilla ylijäämää ja ravinnehävikkejä syntyy. Typpi ja fosfori rehevöittävät vesistöjä riippumatta siitä, millaisesta viljelystä ne ovat peräisin.

Tulevaisuudessa ravinnetaseita voitaisiin hyödyntää nykyistä paremmin esim. viljelyn suunnittelussa ja seurannassa, kuormituksen mallintamisessa sekä vesistöihin kohdistuvan ravinnekuormituksen vähentämisessä. Kuormituksen riskialueiden tunnistamiseksi sekä ylimääraisten lannoitusmäärien selvittämiseksi ravinnetaseiden laskenta voi olla jopa välttämätöntä, sillä millään muulla menetelmällä maatilojen ja pelto-lohkojen potentiaalista vesistökuormitusta ei voida yhtä hyvin selvittää. Ravinnetaseiden laskennan ja hyödyntämisen avulla maatalouden vesistökuormitusta lienee mahdollista vähentää huomattavasti nykyisestä määrästä. Ravinnetaseille olisi kuitenkin laadittava suositukset ja tavoitteet, jotta tiedettäisiin, milloin ylijäämä on ympäristön kannalta liian suurta tai riittävän pientä. Ravinnetaseiden ja vesistökuormituksen välisen yhteyden selvittämiseksi tarvitaan tulevaisuudessa lisää tutkimuksia.

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Maitotiloille kertyi tässä tutkimuksessa runsaasti ravinneylijäämää. Tiloille tulleesta tyyppistä ja kaliumista hyödynnettiin vuoden aikana keskimäärin vain 21 - 23 % ja fosforista n. 30 %. Suurin osa ravinteista tuli tiloille kemiallisista lannoitteista ja teollisesti valmistetuista rehuista ja poistui myydyn maidon mukana. Tilojen sisällä tärkeimmät ravinnevirrat muodostuivat pelloille levitettävästä karjanlannasta sekä eläinten rehuksi päätyvästä sadosta. Sekä peltojen, karjan että tilan ravinnetaselaskelmissa ylijäämä oli sitä suurempaa, mitä voimakkaampaa oli ravinteiden lisäys. Tase kuvasi pelloille, karjanlantaan ja tiloille kertyvää ravinteiden määrää ja vesistökuormituksen riskiä tarkemmin kuin hyötysuhde.

Tilatase kuvasi ravinteiden yleistä hyödyntämistä maitotiloilla. Se oli myös lasketuista taseista luotettavin, sillä tiloille ostettujen ja niiltä myytyjen tuotteiden ja eläinten ravinne määrät olivat melko tarkasti laskettavissa. Tilataseen perusteella ei voinut kuitenkaan päätellä, mihin ravinteiden ylijäämä tilan sisällä päätyi. Pelto- ja karjan taseiden avulla voitiin selvittää ravinteiden kiertoa tilan sisällä sekä tunnistaa tilan sisäiset kuormitusriskialueet. Tilan sisäinen ravinnekierto ei ollut laskennallisesti täydellistä, sillä karjan taseen mukaan lantaan kulkeutui huomattavasti enemmän ravinteita kuin pelloille peltotaseen mukaan päätyi.

Tärkeimmät syyt suurten ravinneylijäämien syntyyn maitotiloilla olivat liian voimakas lannoitus satotasoon verrattuna, karjan voimakas ruokinta sekä karjanlannan ravinteiden vajavainen hyödyntäminen peltojen, erityisesti laidunten, lannoituksessa. Myös kasvukauden kuivuus pienensi satoa monilla tiloilla ja heikensi siten ravinteiden

hyödyntämistä. Ravinteiden hyväksikäyttöä olisi mahdollista parantaa joko vähentämällä tiloille tulevaa tai suurentamalla tiloilta poistuvaa ravinnemäärää. Ravinteiden poistoa olisi käytännössä mahdollista lisätä vain luovuttamalla karjanlantaa toisille maataloille. Tiloille tulevaa ravinnemäärää taas voisi vähentää pienentämällä joko lannoitteiden ja rehujen ostomääriä tai ravinnepitoisuuksia. Karjanlannan ravinteiden tehokkaampi hyödyntäminen lannoitus suunnittelussa ja sen myötä kemiallisten lannoitteiden käytön vähentäminen olisi viljelijöille luultavasti kannattavampaa kuin lannan luovuttaminen pois tilalta.

Ravinnetaseet eivät sellaisenaan kuvaa maatalouden vesistökuormituksen määrää varsinkaan lyhyellä aikavälillä. Taselaskelmien avulla on kuitenkin mahdollista tunnistaa kuormituksen riskialueet ja määrittää huuhtoutumiselle alttiin, potentiaalisen kuormituksen määrä sekä arvioida sen muutoksia. Tulevaisuudessa ravinnetaseita voitaisiin hyödyntää viljelyn suunnittelun, maatalouden ravinneylijäämien vähentämisen sekä kuormituksen mallintamisen apuna. Taseiden laskentamenetelmät ja tulkinta olisi kuitenkin yhtenäistettävä, jotta laskelmia olisi mahdollista verrata keskenään. Olisi myös selvitettävä, milloin ravinneylijäämät ovat ympäristön kannalta riittävän pieniä. Ravinneylijäämien ja vesistökuormituksen välisen yhteyden selvittäminen vaatii tulevaisuudessa lisää tutkimuksia.

## KIITOKSET

Kiitän Suomen Rehua ja Kemiraa ravinnetaselaskelmien toteuttamisesta osana Menestyksen avaimet -projektia. Oli mielenkiintoista olla mukana projektissa. Tilavierailujen järjestämisessä ja aineiston keruussa sain paljon apua Suomen Rehun edustajilta, varsinkin Havon Paulalta. Pekka Seiskari Kemiralta neuvoi, miten ravinnetaseohjelmaa käytetään ja miten taseita lasketaan. Auvo Leskelä puolestaan opetti, miten ravinnetaseita tulkitaan. Helsingin yliopiston myöntämän Gradu valmiiksi -stipendin avulla sain käsiteltyä aineiston Lammin biologisella asemalla. Pertti Eloranta, Hannu Pietiäinen, Kimmo Kahilainen ja Irmeli Ahtela antoivat arvokkaita kommentteja tekstistä. Lämpimät kiitokset kaikille avustanne!

Ystäviä, sukulaisia ja Kimmoa kiitän tuesta, kannustuksesta ja eteenpäin potkimisesta. Ilman apuanne tämä työ olisi tuskin koskaan valmistunut. Meijalle erityiskiitokset esteratsastusta koskevista ja muista gradun tekoa tasapainottaneista neuvoista sekä Kimmolle Punaisen Paholaisen lainaamisesta aineiston keruuta varten.

Suurimmat kiitokseni osoitan viljelijöille, jotka antoivat tilojaan koskevat tiedot käyttööni ja tekivät aineiston keruusta mukavaa ja mielenkiintoista!

## KIRJALLISUUSLUETTELO

Alakukku, L. & Teräväinen, H. (toim.) 2002. Maan rakenteen hoito. Tieto tuottamaan 98. ProAgria Maaseutukeskusten Liitto & Maa- ja elintarviketalouden tutkimuslaitos, Keuruu. 96 s.

Alexander, M. 1984. Ecology of Rhizobium. Julk.: Alexander, M. (toim.) Biological nitrogen fixation. Ecology, technology and physiology. Plenum Press, USA: 39-50.

Brookes, P. C., Heckrath, G., De Smet, J., Hofman, G. & Vanderdeelen, J. 1997. Losses of phosphorus in drainage water. Julk.: Tunney, H., Carton, O. T., Brookes, P. C. & Johnston, A. E. (toim.) Phosphorus loss from soil to water. Centre for Agriculture and Biosciences International, USA: 253-271.

Daniel, T. C., Carton, O. T. & Magette, W. L. 1997. Nutrient-management planning. Julk.: Tunney, H., Carton, O. T., Brookes, P. C. & Johnston, A. E. (toim.) Phosphorus loss from soil to water. Centre for Agriculture and Biosciences International, USA: 297-309.

De Clercq, P., Gertsis, A. C., Hofman, G., Jarvis, S. C., Neeteson, J. J. & Sinabell, F. 2001. Nutrient management legislation in European countries. Wageningen Pers, Alankomaat. 347 s.

Ekholm, P., Virtanen, J. & Mitikka, S. 2004. Maatalouden ravinnekuormitus ja sen vesistövaikutukset – arviointi seuranta-aineistojen avulla. Järvien vedenlaatu. Julk.: Turtola, E. & Lemola, R. (toim.) Maatalouden ympäristötuen seuranta MYTVAS2. Osahankkeiden 2-7 väliraportit 2000-2003. Maa- ja elintarviketalous 59. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen: 84-96.

Freire, J. R. J. 1984. Important limiting factors in soil for the Rhizobium-legume symbiosis. Julk.: Alexander, M. (toim.) Biological nitrogen fixation. Ecology, technology and physiology. Plenum Press, USA: 51-74.

Granlund, K. 2005. Typpihuuhtouman mallintaminen INCA-mallilla. Julk.: Marttila, J., Vahtera, H., Granlund, K. & Lahti, K. Ravinnetase vesiensuojelun apuvälineenä. Monisteita 155. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki: 77-80.

Granlund, K., Räike, A., Ekholm, P., Rankinen, K. & Rekolainen, S. 2005. Assessment of water protection targets for agricultural nutrient loading in Finland. Journal of Hydrology 204: 251-260.

Halberg, N., Verschuur, G. & Goodlass, G. 2005. Farm level environmental indicators; are they useful? An overview of green accounting systems for European farms. Agriculture, Ecosystems & Environment 105: 195-212.

Hartikainen, H. 1996. Maatalous ja ympäristönsuojelu. Julk.: Heinonen, R. (toim.) Maa, viljely ja ympäristö. WSOY, Porvoo: 301-334.

Heathwaite, A. L. 1997. Sources and pathways of phosphorus loss from agriculture. Julk.: Tunney, H., Carton, O. T., Brookes, P. C. & Johnston, A. E. (toim.) Phosphorus



loss from soil to water. Centre for Agriculture and Biosciences International, USA: 205-223.

Hildén, I. 2000. Växtnäringsbalanser på 17 växtodlingsgårdar och 5 svinproduktionsgårdar i Finland år 1999. Lopputyö. Yrkeshögskolan Sydväst. 41 s.

Hooda, P. S., Truesdale, V. W., Edwards, A. C., Withers, P. J. A., Aitken, M. N., Miller, A. & Rendell, A. R. 2001. Manuring and fertilization effects on phosphorus accumulation in soils and potential environmental implications. *Advances in Environmental Research* 5: 13-21.

IL 2000. Suomen meteorologinen vuosikirja 1999. Ilmatieteen laitos, Helsinki. 78 s.

Kemira Agro Oy 1999. Ravinnetaseohjelma. Maatilojen ravinnevirtojen seurantaan kehitetty tietokoneohjelma.

Kemira GrowHow 2003. Lannoiteravinteiden myyntitilasto vuosilta 1920 - 2001. Tiedonanto (Microsoft Excel –tiedosto).

Korsaeth, A. & Eltun, R. 2000. Nitrogen mass balances in conventional, integrated and ecological cropping systems and the relationship between balance calculations and nitrogen runoff in a 8-year field experiment in Norway. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79: 199-214.

KTTK 2000. Viljaseula. Kotimaisen viljasadon laadun seuranta 1999. Kasvintuotannon tarkastuskeskus, Viljalaboratorio, Helsinki. 67 s.

Kuipers, A. & Mandersloot, F. 1999. Reducing nutrient losses on dairy farms in the Netherlands. *Livestock Production Science* 61: 139-144.

Kukkonen, S., Alakukku, L., Myllys, M. & Palojärvi, A. 2004. Maan laadun arviointi tiloilla – kirjallisuuskatsaus. Maa- ja elintarviketalous 63. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. 86 s.

Kulmala, A. 2005. Tilakohtainen ympäristöneuvonta ja alueellinen yleissuunnittelu. Savijoen maatalouspilotin loppuraportti. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen moniste 6/2005. Lounais-Suomen ympäristökeskus, Turku. 49 s.

Latvala, H. 2003. Ravinnetaselaskelmat perunatiloille Lappajärvi Life -hankkeessa v. 2000. Länsi-Suomen ympäristökeskus. 26 s.

Maatilahallitus 1986. Maatilatilastollinen vuosikirja 1983. Suomen virallinen tilasto III:82. Maatilahallitus, Helsinki. 286 s.

Malin-Lindroos, S. 2004. Ravinnetaselaskelmia karjatiloille Mäntsälässä, Pornaisissa ja Myrskylässä. Monisteita 143. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. 48 s.

Manninen, P. 2004. Maatilojen ravinnetaselaskelmat Isojärven alueella Mäntsälässä ja Pornaisissa. Monisteita 139. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. 44 s.

Marttila, J. 2003. Ravinnetaseet Tuusulanjärven valuma-alueen maatiloilla 2001-2002. Monisteita 130. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. 30 s.

Marttila, J. 2005. Ravinnetaselaskelmat. Julk.: Marttila, J., Vahtera, H., Granlund, K. & Lahti, K. Ravinnetase vesiensuojelun apuvälineenä. Monisteita 155. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki: 12-59.

Marttila, J., Vahtera, H., Granlund, K. & Lahti, K. Ravinnetase vesiensuojelun apuvälineenä. Monisteita 155. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. 104 s.

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh J. F. D. & Morgan, C. A. 2002. Animal nutrition. 6. painos. Prentice Hall, Iso-Britannia. 693 s.

Mengel, K. & Kirkby, E. A. 2001. Principles of plant nutrition. 4. painos. Kluwer Academic Publishers, Alankomaat. 847 s.

MMM 2004. Horisontaalisen maaseudun kehittämisohjelman väliarviointi. Manner-Suomi. MMM:n julkaisuja 1/2004. Maa- ja metsätalousministeriö, Vammala. 272 s.

MMMa 646/2000. Maa- ja metsätalousministeriön asetus ympäristötuen perus- ja lisätoimenpiteistä sekä maatalouden ympäristötuen koulutukseen liittyvästä tuesta 30.6.2000/646. Valtion säädöstietopankki Finlex. Osoite: [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).

MMMa 647/2000. Maa- ja metsätalousministeriön asetus maatalouden ympäristötuen erityistuista 30.6.2000/647. Valtion säädöstietopankki Finlex. Osoite: [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).

Morgan, R. P. C. 1995. Soil erosion & conservation. Longman Group Limited, Iso-Britannia. 198 s.

Mälkiä, P. 1999a. Rehun tarve ja rehuarvojärjestelmät. Julk.: Mälkiä, P. & Teräväinen, H. (toim.) Lypsylehmän ruokinta. 4. painos. Tieto tuottamaan 82. Maaseutukeskusten liitto & Maatalouden tutkimuskeskus, Jyväskylä: 7-39.

Mälkiä, P. 1999b. Ruokinnan suunnittelu ja toteutus. Julk.: Mälkiä, P. & Teräväinen, H. (toim.) Lypsylehmän ruokinta. 4. painos. Tieto tuottamaan 82. Maaseutukeskusten liitto & Maatalouden tutkimuskeskus, Jyväskylä: 46-67.

Nousiainen, J., Kytölä, K., Khalili, H. & Huhtanen, P. 2003. Ruokinnalliset mahdollisuudet parantaa typen hyväksikäyttöä maidontuotannossa. Julk.: Uusi-Kämpä, J., Yli-Halla, M. & Grék, K. (toim.) Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen. Maa- ja elintarviketalous 25. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen: 26-39.

Oenema, O., van Lieere, L. & Schoumans, O. 2005. Effects of lowering nitrogen and phosphorus surpluses in agriculture on the quality of groundwater and surface water in the Netherlands. Journal of Hydrology 304: 289-301.

Ohjelmamuutostyöryhmä 2004. Esitys horisontaalisen maaseudun kehittämisohjelman ohjelmamuutokseksi. Ohjelmamuutostyöryhmän (Muhos-ryhmä) esitys 18.6.2004. 27 s. Osoite: [www.mmm.fi/tiedoteliitteet/180604esitys.pdf](http://www.mmm.fi/tiedoteliitteet/180604esitys.pdf). Viitattu 9.6.2005.

Palva, R., Rankinen, K., Granlund, K., Grönroos, J., Nikander, A. & Rekolainen, S. 2001. Maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden toteutuminen ja vaikutukset vesistökuormitukseen vuosina 1995-1999. MYTVAS-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 478. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 92 s.

Parris, K. 1998. Agricultural nutrient balances as agri-environmental indicators: an OECD perspective. *Environmental Pollution* 102, S1: 219-225.

Poikela, T. 2000. Lypsykarjatilojen ravinnetaseet Aito ympäristö -projektissa vuosina 1995-2000. Julk.: Ahtela, I. (toim.) Kestävä maatalous Vantaanjoella -projekti. Ravinnetaseseminaari Helsingissä 26.9.2000. Monisteita 75. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki: 11-17.

ProAgria 2005. Typpi- ja fosforylijäämä lypsylehmillä vuonna 2004. ProAgria Maa-seutukeskusten Liitto. Tiedonanto 15.6.2005.

Pyykkönen, S., Grönroos, J., Rankinen, K., Laitinen, P., Karhu, E. & Granlund, K. 2004. Ympäristötuen mukaiset viljelytoimenpiteet ja niiden vaikutukset vesistökuormitukseen vuosina 2000-2002. Suomen ympäristö 711. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 119 s.

Rajala, J. 2000. Mitä ravinnetaseet ovat ja mitä ne kertovat. Julk.: Ahtela, I. (toim.) Kestävä maatalous Vantaanjoella -projekti. Ravinnetaseseminaari Helsingissä 26.9.2000. Monisteita 75. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki: 5-10.

Rajala, J., Myyrinmaa, J., Vuori, T., Kitula, J., Vahtera, H., Ahtela, I., Lankoski, J. & Santapukki, A. 2001. Ravinnetaseopas. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. 30 s.

Rekolainen, S., Kauppi, L. & Turtola, E. 1992. Maatalous ja vesien tila. Maveron loppuraportti. Luonnonvarajulkaisuja 15. Luonnonvarainneuvosto & Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 61 s.

Rekolainen, S., Ekholm, P., Ulén, B. & Gustafson, A. 1997. Phosphorus losses from agriculture to surface waters in the Nordic countries. Julk.: Tunney, H., Carton, O. T., Brookes, P. C. & Johnston, A. E. (toim.) Phosphorus loss from soil to water. Centre for Agriculture and Biosciences International, USA: 77-94.

Räike, A., Granlund, K. & Ekholm, P. 2004. Maatalouden ravinnekuormitus ja sen vesistövaikutukset – arviointi seuranta-aineistojen avulla. Ravinnekuormitus. Julk.: Turtola, E. & Lemola, R. (toim.) Maatalouden ympäristötuen seuranta MYTVAS2. Osahankkeiden 2-7 väliraportit 2000-2003. Maa- ja elintarviketalous 59. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen: 97-109.

Sacco, D., Bassanino, M. & Grignani, C. 2003. Developing a regional agronomic information system for estimating nutrient balances at a larger scale. *European Journal of Agronomy* 20: 199-210.

Salo, T., Lemola, R., Rankinen, K., Granlund, K. & Esala, M. 2004a. Typpitaseen seuranta valtakunnallisesti ja alueellisesti. Julk.: Turtola, E. & Lemola, R. (toim.)

Maatalouden ympäristötuen seuranta MYTVAS2. Osahankkeiden 2-7 väliraportit 2000-2003. Maa- ja elintarviketalous 59. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen: 66-83.

Salo, T., Turtola, E. & Grönroos, J. 2004b. Typpitase huuhtoutumisen indikaattorina. Posterin tiivistelmä. Julk.: Hopponen, A. & Rinne, M. (toim.) Maataloustieteen päivät 2004. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote no 19. Osoite: [www.agronet.fi/maataloustieteellinenenseura/mtpjul04.htm](http://www.agronet.fi/maataloustieteellinenenseura/mtpjul04.htm).

Salopelto, J. 2004. Viljatutkimus 2003. Suomen Rehu Oy, ProAgria Maaseutukeskusten Liitto, Kemira GrowHow & Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. 25 s.

Savela, P. 2005. Viljelysuunnitelman ja lohkokirjanpidon hyödyntäminen ravinnetaselaskennassa. Karjaanjoki LIFE -projektissa toteutettu laskentasovellus Wisu-viljelyohjelmistoon. Karjaanjoki LIFE -hankkeen loppuseminaarin tiivistelmä. Osoite: [www.kaupunki.lohja.fi/Klife](http://www.kaupunki.lohja.fi/Klife). Viitattu 7.7.2005.

Schröder, J. J., Scholefield, D., Cabral, F. & Hofman, G. 2004. The effects of nutrient losses from agriculture on ground and surface water quality: the position of science in developing indicators for regulation. *Environmental Science & Policy* 7: 15-23.

Seiskari, P. 1998. Ravinnetaseiden laskenta maataloilla. *Leipä leveämmäksi* 2: 16-17.

Seuri, P. 2000. Ravinnetase kestävyysindikaattorina. Julk.: Yli-Viikari, A., Hietala-Koivu, R., Risku-Norja, H., Seuri, P., Soini, K., Widbom, T. & Voutilainen, P. Maatalouden kestävyysindikaattorit. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja A 74. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen: 38-44.

Sharpley, A. N. & Rekolainen, S. 1997. Phosphorus in agriculture and its environmental implications. Julk.: Tunney, H., Carton, O. T., Brookes, P. C. & Johnston, A. E. (toim.) Phosphorus loss from soil to water. Centre for Agriculture and Biosciences International, USA: 1-53.

SITRA 1980. Biologisen typensidonnan mahdollisuudet ja tutkimustarve Suomessa: Esitutkimus. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto, Helsinki. 123 s.

SITRA 1984. Karjanlannan ravinnepitoisuus ja syyt sen vaihteluun. Biologisen typensidonnan ja ravinnetyypin hyväksikäytön projekti. Julkaisu 11. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto, Helsinki. 80 s.

Solantie, R. & Ekholm, M. 1985. Water balance in Finland during the period 1961-1975 as compared to 1931-1960. *Publications of the Water Research Institute* 63: 1-92.

Swensson, C. 2003. Analyses of mineral element balances between 1997 and 1999 from dairy farms in the south of Sweden. *European Journal of Agronomy* 20: 63-69.

TIKE 2002. Maatilatilastollinen vuosikirja 2002. Suomen virallinen tilasto. Maa-, metsä- ja kalatalous 2002:65. Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus, Helsinki. 266 s.

Toor, G. S., Sims, J. T. & Dou, Z. 2005. Reducing phosphorus in dairy diets improves farm nutrient balances and decreases the risk of nonpoint pollution of surface and ground waters. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 105: 401-411.

Torstensson, G. 1998. Nitrogen availability for crop uptake and leaching. Väitöskirja. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria 98. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 24 s.

Tuori, M., Kaustell, K., Valaja, J., Aimonen, E., Saarisalo, E. & Huhtanen, P. 1996. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Märehtijät – siat – siipikarja – turkiseläimet – hevoset. 2. painos. Helsingin yliopisto, Kasvintuotannon tarkastuskeskus & Maatalouden tutkimuskeskus, Helsinki. 99 s.

Uusi-Kämpä, J., Yli-Halla, M. & Grék, K. (toim.) 2003. Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen. Maa- ja elintarviketalous 25. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. 131 s.

Uusitalo, R. 2004. Potential bioavailability of particulate phosphorus in runoff from arable clayey soils. Väitöskirja. MTT Agrifood Research Finland. Agrifood Research Reports 53. 99 s.

Uusitalo, R. & Ekholm, P. 2004. Käyttökelpoisen fosforin arviointi pintamaasta ja valumavedestä. Julk.: Turtola, E. & Lemola, R. (toim.) Maatalouden ympäristötuen seuranta MYTVAS2. Osahankkeiden 2-7 väliraportit 2000-2003. Maa- ja elintarviketalous 59. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen: 7-32.

Van Bruchem, J., Schiere, H. & Van Keulen, H. 1999. Dairy farming in the Netherlands in transition towards more efficient nutrient use. *Livestock Production Science* 61: 145-153.

Van Horn, H. H., Newton, G. L. & Kunkle, W. E. 1996. Ruminant nutrition from an environmental perspective: factors affecting whole-farm nutrient balance. *Journal of Animal Science* 74: 3082-3102.

Vesiasiaain neuvottelukunta 1986. Vesiensuojelun tavoiteohjelma vuoteen 1995. Komiteamietintö 1986:42. Valtion painatuskeskus, Helsinki. 191 s.

Viljavuuspalvelu Oy 2000. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. Viljavuuspalvelu Oy, Mikkeli. 31 s.

Virtanen, H. 2003. Lypsykarjatilojen typpi- ja fosforikuormituspotentiaalin arviointi porttitaselaskennan avulla. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Bio- ja ympäristötieteiden laitos. 68 s.

VNa 644/2000. Valtioneuvoston asetus luonnonhaittakorvauksesta ja maatalouden ympäristötuesta 29.6.2000/644. Valtion säädöstietopankki Finlex. Osoite: [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).

VNa 931/2000. Valtioneuvoston asetus (931/2000) maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamisesta. Valtion säädöstietopankki Finlex. Osoite: [www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).

Vuorenmaa, J., Järvinen, O. & Vänni, T. 1999. Sadeveden pitoisuus- ja laskeuma-arvot Suomessa vuonna 1997. Suomen ympäristökeskuksen moniste 165. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 66 s.

Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K. & Kauppila, P. 2002. Losses of nitrogen and phosphorus from agricultural and forest areas in Finland during the 1980s and 1990s. *Environmental Monitoring and Assessment* 76 (2): 213-248.

Vuoristo, H., Kauppila, P., Räike, A., Ekholm, P., Rekolainen, S., Niemi, J., Kiirikki, M. & Pitkänen, H. 2002. Vesien tila 1990-2000. Vesiensuojelun tavoiteohjelman väliarviointi. Suomen ympäristökeskuksen moniste 250. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 64 s.

Väisänen, J. 1996. Ravinteiden kauppataiset nautakarjatilojen ravinteidenkäytön kuvaajina. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja A 8. Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. 54 s.

Wade, A. J., Durand, P., Beaujouan, V., Wessels, W., Raat, K., Whitehead, P. G., Butterfield, D., Rankinen, K. & Lepistö, A. 2002. A nitrogen model for European catchments: new model structure and equations. *Hydrology and Earth System Sciences* 6: 559-582.

Yli-Halla, M., Hartikainen, H., Ekholm, P., Turtola, E., Puustinen, M. & Kallio, K. 1995. Assessment of soluble phosphorus load in surface runoff by soil analyses. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 56: 53-62.

Ylivainio, K., Esala, M. & Turtola, E. 2002. Luonnonmukaisen ja tavanomaisen viljelyn typpi- ja fosforihuuhtoumat. Kirjallisuuskatsaus. Maa- ja elintarviketalous 12. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen. 74 s.

YM 1998. Vesien suojelun tavoitteet vuoteen 2005. Suomen ympäristö 226. Ympäristöministeriö, Helsinki. 82 s.

Yrjänä, S., Nousiainen, J., Kytölä, K., Khalili, H. & Huhtanen, P. 2003. Ruokinnalliset mahdollisuudet parantaa fosforin hyväksikäyttöä maidontuotannossa. Julk.: Uusi-Kämpä, J., Yli-Halla, M. & Grék, K. (toim.) Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen. Maa- ja elintarviketalous 25. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Jokioinen: 13-25.

Öborn, I., Edwards, A. C., Witter, E., Oenema, O., Ivarsson, K., Withers, P. J. A., Nilsson, S. I. & Richert Stinzing, A. 2003. Element balances as a tool for sustainable nutrient management: a critical appraisal of their merits and limitations within an agronomic and environmental context. *European Journal of Agronomy* 20: 211-225.

# LIITE 1

Sademäärä vuoden 1999 eri kuukausina (I - XII) eri sadealueiden mittausasemilla (IL 2000) sekä keskimäärin vuosina 1961 - 1975 (Solantie & Ekholm 1985).

Asema /alue	Sademäärä (mm)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Pieksämäki, Nikkarila	41	61	26	25	21	34	128
Haukivuori, Pitkäaho	45	75	26	28	10	71	98
<b>Alue 1 keskimäärin</b>	<b>43</b>	<b>68</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>53</b>	<b>113</b>
Kesälahti, kk	45	52	13	21	22	95	40
Ruokolahti, Kotaniemi	56	61	23	18	13	100	21
Mikkelin mlk, Otava	51	78	22	36	19	68	64
<b>Alue 2 keskimäärin</b>	<b>51</b>	<b>64</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>88</b>	<b>42</b>
Hartola, Hotila	59	60	31	30	10	45	52
Mäntyharju, Toivola	44	56	15	34	13	40	57
Luumäki, Saareks	43	45	15	26	10	42	42
<b>Alue 3 keskimäärin</b>	<b>49</b>	<b>54</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>11</b>	<b>42</b>	<b>50</b>
Mäntsälä, Hirvihaara	54	76	37	52	13	21	35
Artjärvi, kk	52	81	31	47	11	19	48
Miehikkälä, Hauhia	64	106	36	24	8	26	25
<b>Alue 4 keskimäärin</b>	<b>57</b>	<b>88</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>36</b>

Asema /alue	Sademäärä (mm)						1961-75
	VIII	IX	X	XI	XII	1999	
Pieksämäki, Nikkarila	43	31	72	38	78	598	
Haukivuori, Pitkäaho	25	29	75	43	88	613	
<b>Alue 1 keskimäärin</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>74</b>	<b>41</b>	<b>83</b>	<b>606</b>	<b>700</b>
Kesälahti, kk	53	25	62	54	81	563	
Ruokolahti, Kotaniemi	41	26	92	48	96	595	
Mikkelin mlk, Otava	25	44	104	41	94	646	
<b>Alue 2 keskimäärin</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>86</b>	<b>48</b>	<b>90</b>	<b>601</b>	<b>750</b>
Hartola, Hotila	41	29	86	40	81	564	
Mäntyharju, Toivola	39	35	72	25	64	494	
Luumäki, Saareks	44	20	93	44	70	494	
<b>Alue 3 keskimäärin</b>	<b>41</b>	<b>28</b>	<b>84</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	<b>517</b>	<b>700</b>
Mäntsälä, Hirvihaara	60	33	103	38	88	610	
Artjärvi, kk	51	22	78	42	106	588	
Miehikkälä, Hauhia	28	14	97	54	80	562	
<b>Alue 4 keskimäärin</b>	<b>46</b>	<b>23</b>	<b>93</b>	<b>45</b>	<b>91</b>	<b>587</b>	<b>700</b>

## LIITE 2/1

Typпитaseen tunnuslukuja nurmen eri satotasoilla (ry ha<sup>-1</sup>).

Typpi (kg ha <sup>-1</sup> )	Satotaso (ry ha <sup>-1</sup> )							Keskim.
	< 2 000	2 000 - 2 999	3 000 - 3 999	4 000 - 4 999	5 000 - 5 999	6 000 - 7 000	> 7 000	
<b>Lisäys</b>								
Pienin arvo	44	67	75	60	18	134	108	18
Suurin arvo	265	410	362	416	371	261	328	416
Keskihajonta	67	60	48	54	54	33	55	54
Keskiarvo	174	189	207	219	199	202	218	204
<b>Poisto ja haihdunta</b>								
Pienin arvo	19	45	63	86	95	125	151	19
Suurin arvo	83	136	172	339	240	244	304	339
Keskihajonta	16	20	20	64	33	29	48	58
Keskiarvo	50	80	101	148	157	164	232	129
<b>Tase</b>								
Pienin arvo	11	-3	-55	-76	-163	-34	-73	-163
Suurin arvo	204	319	252	269	206	93	107	319
Keskihajonta	56	56	50	76	62	31	50	69
Keskiarvo	124	109	106	71	42	38	-14	75

Typпитaseen tunnuslukuja viljan eri satotasoilla (kg ha<sup>-1</sup>).

Typpi (kg ha <sup>-1</sup> )	Satotaso (kg ha <sup>-1</sup> )						Keskim.
	< 1 000	1 000 - 1 999	2 000 - 2 999	3 000 - 3 999	4 000 - 5 000	> 5 000	
<b>Lisäys</b>							
Pienin arvo	97	47	38	28	75	76	28
Suurin arvo	186	236	267	272	261	224	272
Keskihajonta	34	48	48	41	59	43	46
Keskiarvo	146	119	121	118	146	131	123
<b>Poisto ja haihdunta</b>							
Pienin arvo	15	19	41	44	69	80	15
Suurin arvo	32	69	86	107	125	124	125
Keskihajonta	6	9	12	14	17	13	24
Keskiarvo	24	39	61	78	95	103	63
<b>Tase</b>							
Pienin arvo	82	13	-17	-61	-17	-11	-61
Suurin arvo	154	186	181	171	145	122	186
Keskihajonta	30	42	43	38	47	38	45
Keskiarvo	122	80	60	40	51	28	60



## LIITE 2/2

Fosforitaseen tunnuslukuja nurmen eri satotasoilla (ry ha<sup>-1</sup>).

Fosfori (kg ha <sup>-1</sup> )	Satotaso (ry ha <sup>-1</sup> )						> 7 000	Keskim.
	< 2 000	2 000 - 2 999	3 000 - 3 999	4 000 - 4 999	5 000 - 5 999	6 000 - 7 000		
<b>Lisäys</b>								
Pienin arvo	5	0	1	0	0	0	7	0
Suurin arvo	56	58	53	65	52	45	43	65
Keskihajonta	13	11	9	11	11	10	8	10
Keskiarvo	27	22	22	23	21	23	23	22
<b>Poisto</b>								
Pienin arvo	3	6	8	11	12	14	20	3
Suurin arvo	10	14	16	25	22	25	33	33
Keskihajonta	2	2	2	2	2	3	3	5
Keskiarvo	6	9	12	16	17	21	28	14
<b>Tase</b>								
Pienin arvo	-2	-9	-11	-18	-17	-18	-20	-20
Suurin arvo	52	50	41	48	36	23	15	52
Keskihajonta	13	11	9	12	11	10	7	12
Keskiarvo	21	13	10	7	4	2	-5	8

Fosforitaseen tunnuslukuja viljan eri satotasoilla (kg ha<sup>-1</sup>).

Fosfori (kg ha <sup>-1</sup> )	Satotaso (kg ha <sup>-1</sup> )						
	< 1 000	1 000 - 1 999	2 000 - 2 999	3 000 - 3 999	4 000 - 5 000	> 5 000	Keskim.
<b>Lisäys</b>							
Pienin arvo	9	8	0	0	11	1	0
Suurin arvo	47	55	80	52	77	41	80
Keskihajonta	12	12	14	11	22	9	13
Keskiarvo	27	21	21	20	30	20	22
<b>Poisto</b>							
Pienin arvo	1	3	6	9	12	15	1
Suurin arvo	3	7	11	14	16	21	21
Keskihajonta	1	1	1	1	1	1	4
Keskiarvo	2	6	8	10	14	17	9
<b>Tase</b>							
Pienin arvo	6	3	-9	-9	-4	-16	-16
Suurin arvo	45	52	72	41	64	26	72
Keskihajonta	12	11	15	11	22	9	14
Keskiarvo	25	15	13	10	16	3	13

## LIITE 2/3

Kaliumtaseen tunnuslukuja nurmen eri satotasoilla (ry ha<sup>-1</sup>).

Kalium (kg ha <sup>-1</sup> )	Satotaso (ry ha <sup>-1</sup> )							Keskim.
	< 2 000	2 000 - 2 999	3 000 - 3 999	4 000 - 4 999	5 000 - 5 999	6 000 - 7 000	> 7 000	
<b>Lisäys</b>								
Pienin arvo	18	19	14	6	4	21	53	4
Suurin arvo	156	282	234	289	242	191	215	289
Keskihajonta	41	59	47	51	50	44	37	51
Keskiarvo	88	93	104	112	103	98	97	103
<b>Poisto</b>								
Pienin arvo	23	54	80	79	105	124	244	23
Suurin arvo	89	178	169	251	238	243	356	356
Keskihajonta	17	20	16	27	26	36	29	56
Keskiarvo	50	89	115	146	175	206	293	144
<b>Tase</b>								
Pienin arvo	-28	-97	-97	-188	-179	-195	-270	-270
Suurin arvo	120	207	131	148	58	11	-44	207
Keskihajonta	45	65	50	64	53	51	51	75
Keskiarvo	38	4	-11	-34	-72	-108	-196	-41

Kaliumtaseen tunnuslukuja viljan eri satotasoilla (kg ha<sup>-1</sup>).

Kalium (kg ha <sup>-1</sup> )	Satotaso (kg ha <sup>-1</sup> )						Keskim.
	< 1 000	1 000 - 1 999	2 000 - 2 999	3 000 - 3 999	4 000 - 5 000	> 5 000	
<b>Lisäys</b>							
Pienin arvo	32	13	2	4	15	5	2
Suurin arvo	110	211	261	187	168	102	261
Keskihajonta	28	42	50	49	45	22	46
Keskiarvo	64	65	85	86	91	46	78
<b>Poisto</b>							
Pienin arvo	2	5	9	13	17	26	2
Suurin arvo	4	47	71	63	99	99	99
Keskihajonta	1	7	17	13	26	17	17
Keskiarvo	3	13	21	30	35	37	23
<b>Tase</b>							
Pienin arvo	29	-8	-40	-23	-50	-50	-50
Suurin arvo	107	187	234	166	120	76	234
Keskihajonta	28	42	50	51	48	29	47
Keskiarvo	61	52	64	56	56	9	55

# LIITE 3/1

Typpilisäys 28 maitotilalle aikajaksolla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Pellot yht. kg N	kg ha <sup>-1</sup> N	Karja yht. kg N	kg ey <sup>-1</sup> N	Tila yht. kg N	kg ha <sup>-1</sup> N
1	5 460	160	5 320	160	5 200	150
2	8 570	220	7 470	190	7 700	200
3	8 470	170	7 820	160	9 110	190
4	5 280	160	4 610	160	5 040	150
5	4 750	220	5 840	140	6 190	290
6	4 390	140	5 320	170	4 010	130
7	6 910	200	5 410	160	5 320	150
8	9 760	160	7 490	150	10 650	180
9	7 290	160	5 470	160	6 950	150
10	5 440	150	3 480	130	4 810	140
11	5 100	170	3 850	160	3 790	130
12	12 160	160	4 410	140	8 220	110
13	4 250	200	4 620	160	5 560	260
14	5 330	160	3 160	140	4 190	120
15	4 280	130	5 930	210	5 240	160
16	5 600	170	4 300	160	5 650	180
17	12 440	170	9 050	160	10 080	140
18	10 610	200	8 670	180	8 530	170
19	9 230	190	8 660	180	8 590	180
20	6 040	170	4 450	150	5 170	150
21	6 500	150	6 230	140	5 970	140
22	6 090	170	5 320	160	5 440	150
23	8 390	140	5 670	120	8 430	140
24	10 100	200	7 860	190	8 820	170
25	4 220	190	3 800	110	4 430	200
26	3 910	170	3 330	130	4 250	180
27	14 850	170	6 990	160	14 180	160
28	8 470	140	4 680	140	8 130	130
Pienin arvo	3 910	130	3 160	110	3 790	110
Suurin arvo	14 850	220	9 050	210	14 180	290
Keskihajonta	2 866	24	1 717	22	2 446	39
Keskiarvo	7 280	170	5 680	160	6 770	160

# LIITE 3/2

Typen poisto sekä haihdunta 28 maitotilalta aikajaksolla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Pellot yht. kg N	kg ha <sup>-1</sup> N	Karja yht. kg N	kg ey <sup>-1</sup> N	Tila yht. kg N	kg ha <sup>-1</sup> N
1	3 190	90	1 330	40	950	30
2	6 230	160	2 070	50	1 700	40
3	4 380	90	2 430	50	1 750	40
4	3 660	110	1 590	50	1 200	30
5	2 510	120	1 710	40	2 710	130
6	4 820	150	1 570	50	1 780	60
7	4 070	120	1 550	50	1 500	40
8	6 340	100	2 490	50	3 080	50
9	5 300	120	2 140	60	1 770	40
10	4 580	130	1 090	40	910	30
11	3 850	130	1 140	50	1 350	50
12	5 500	70	1 450	50	3 630	50
13	2 730	130	1 430	50	1 400	60
14	2 650	80	1 120	50	1 130	30
15	4 030	120	1 460	50	1 200	40
16	2 970	90	1 090	40	1 190	40
17	6 410	90	3 030	50	3 030	40
18	6 150	120	2 350	50	1 880	40
19	5 410	110	2 870	60	2 200	50
20	3 270	90	1 470	50	1 300	40
21	2 190	50	1 790	40	1 240	30
22	4 090	110	1 440	40	1 280	30
23	4 130	70	2 040	40	1 420	20
24	8 410	170	1 940	50	1 600	30
25	1 990	90	1 470	40	970	40
26	1 680	70	1 140	50	850	40
27	5 030	60	2 270	50	2 340	30
28	4 830	80	1 360	40	1 990	30
Pienin arvo	1 680	50	1 090	39	850	20
Suurin arvo	8 410	170	3 030	60	3 630	130
Keskihajonta	1 579	30	540	6	711	19
Keskiarvo	4 300	100	1 740	50	1 690	40

# LIITE 3/3

Typen tase 28 maitotilalla aikajaksolla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Pellot yht. kg N	kg ha <sup>-1</sup> N	Karja yht. kg N	kg ey <sup>-1</sup> N	Tila yht. kg N	kg ha <sup>-1</sup> N
1	2 270	70	3 990	120	4 250	130
2	2 340	60	5 400	140	6 000	160
3	4 090	80	5 390	110	7 360	150
4	1 620	50	3 020	110	3 840	120
5	2 240	100	4 130	100	3 480	160
6	-430	-10	3 750	120	2 230	70
7	2 840	80	3 860	110	3 820	110
8	3 420	60	5 000	100	7 570	130
9	1 990	40	3 330	100	5 180	110
10	860	20	2 390	90	3 900	110
11	1 250	40	2 710	110	2 440	80
12	6 660	90	2 960	90	4 590	60
13	1 520	70	3 190	110	4 160	200
14	2 680	80	2 040	90	3 060	90
15	250	10	4 470	160	4 040	120
16	2 630	80	3 210	120	4 460	140
17	6 030	80	6 020	110	7 050	100
18	4 460	80	6 320	130	6 650	130
19	3 820	80	5 790	120	6 390	130
20	2 770	80	2 980	100	3 870	110
21	4 310	100	4 440	100	4 730	110
22	2 000	60	3 880	120	4 160	120
23	4 260	70	3 630	80	7 010	120
24	1 690	30	5 920	140	7 220	140
25	2 230	100	2 330	70	3 460	160
26	2 230	100	2 190	80	3 400	140
27	9 820	110	4 720	110	11 840	130
28	3 640	60	3 320	100	6 140	100
Pienin arvo	-430	-10	2 040	70	2 230	60
Suurin arvo	9 820	110	6 320	160	11 840	200
Keskihajonta	2 063	29	1 245	20	2 044	29
Keskiarvo	2 980	70	3 940	110	5 080	120

# LIITE 3/4

Fosforilisäys 28 maitotilalle aikajaksolla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Pellot yht. kg P	kg ha <sup>-1</sup> P	Karja yht. kg P	kg ey <sup>-1</sup> P	Tila yht. kg P	kg ha <sup>-1</sup> P
1	670	20	720	21	530	16
2	1 320	35	1 240	31	1 010	27
3	1 460	30	1 430	29	1 790	37
4	610	18	830	29	650	20
5	720	33	1 020	25	1 020	47
6	660	21	780	26	760	25
7	950	27	900	26	790	22
8	1 110	18	1 310	26	1 280	21
9	670	14	940	27	730	16
10	680	19	630	25	700	20
11	740	25	640	27	560	19
12	2 590	33	680	22	1 750	22
13	450	21	840	30	730	34
14	710	21	530	23	590	17
15	660	20	840	30	570	17
16	910	28	670	26	940	29
17	1 810	25	1 540	27	1 800	25
18	1 040	20	1 370	28	910	18
19	800	17	1 500	31	970	20
20	770	22	810	27	740	21
21	860	20	1 080	25	930	22
22	830	23	900	28	770	22
23	840	14	1 060	23	910	15
24	1 120	22	1 270	30	810	16
25	440	20	680	20	500	23
26	580	25	560	21	670	28
27	2 020	23	1 310	30	1 780	20
28	980	16	830	25	990	16
Pienin arvo	440	14	530	20	500	15
Suurin arvo	2 590	35	1 540	31	1 800	47
Keskihajonta	488	5	300	3	393	7
Keskiarvo	960	23	960	27	940	22

# LIITE 3/5

Fosforin poisto 28 maitotilalta aikajaksolla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Pellot yht. kg P	kg ha <sup>-1</sup> P	Karja yht. kg P	kg ey <sup>-1</sup> P	Tila yht. kg P	kg ha <sup>-1</sup> P
1	370	11	310	9	180	6
2	730	19	450	11	280	8
3	520	11	540	11	300	6
4	500	15	350	12	210	7
5	320	15	390	10	450	21
6	420	13	360	12	230	8
7	520	15	350	10	210	6
8	810	13	560	11	700	11
9	720	15	460	13	290	7
10	570	16	230	9	150	4
11	480	16	260	11	210	7
12	730	9	330	11	540	6
13	320	15	310	11	240	11
14	370	11	260	11	200	6
15	470	14	310	11	210	6
16	430	13	250	10	190	6
17	760	11	680	12	440	7
18	700	13	530	11	280	6
19	630	13	650	13	400	8
20	410	12	330	11	210	6
21	270	6	400	9	210	5
22	430	12	330	10	190	6
23	530	9	480	10	270	4
24	690	14	460	11	250	5
25	170	8	330	10	190	9
26	190	8	250	9	150	6
27	600	7	510	12	440	5
28	590	10	310	9	350	5
Pienin arvo	170	6	230	9	150	4
Suurin arvo	810	19	680	13	700	21
Keskihajonta	174	3	121	1	130	3
Keskiarvo	510	12	390	11	290	7

# LIITE 3/6

Fosforin tase 28 maitotilalla aikajaksolla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Pellot yht. kg P	kg ha <sup>-1</sup> P	Karja yht. kg P	kg ey <sup>-1</sup> P	Tila yht. kg P	kg ha <sup>-1</sup> P
1	300	9	410	12	350	10
2	590	16	790	20	730	19
3	940	19	890	18	1 490	31
4	110	3	480	17	440	13
5	400	18	630	15	570	26
6	240	8	420	14	530	17
7	430	12	550	16	580	16
8	300	5	750	15	580	10
9	-50	-1	480	14	440	9
10	110	3	400	16	550	16
11	260	9	380	16	350	12
12	1 860	24	350	11	1 210	16
13	130	6	520	19	490	23
14	340	10	270	12	390	11
15	190	6	530	19	360	11
16	480	15	420	16	750	23
17	1 050	14	860	15	1 360	18
18	340	7	840	17	630	12
19	170	4	850	17	570	12
20	360	10	480	16	530	15
21	590	14	680	16	720	17
22	400	11	570	18	580	16
23	310	5	580	13	640	11
24	430	8	810	19	560	11
25	270	12	350	10	310	14
26	390	17	310	12	520	22
27	1 420	16	800	18	1 340	15
28	390	6	520	16	640	11
Pienin arvo	-52	-1	270	10	310	9
Suurin arvo	1 860	24	890	20	1 490	31
Keskihajonta	410	6	190	3	314	5
Keskiarvo	450	11	570	16	650	15



# LIITE 3/7

Kaliumlisäys 28 maitotilalle aikajaksolla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Pellot yht. kg K	kg ha <sup>-1</sup> K	Karja yht. kg K	kg ey <sup>-1</sup> K	Tila yht. kg K	kg ha <sup>-1</sup> K
1	3 060	90	3 780	110	2 250	70
2	4 190	110	6 150	160	2 730	70
3	4 810	100	4 960	100	3 430	70
4	2 190	70	3 650	130	1 270	40
5	1 790	80	5 300	130	2 290	110
6	3 500	110	3 270	110	1 140	40
7	6 050	170	4 790	140	3 250	90
8	5 370	90	4 910	100	4 340	70
9	2 720	60	4 790	140	1 390	30
10	2 860	80	2 680	100	2 270	60
11	2 600	90	3 390	140	900	30
12	7 410	100	3 730	120	5 150	70
13	2 850	130	2 930	100	2 320	110
14	3 290	100	2 140	90	1 890	60
15	2 640	80	3 720	130	2 290	70
16	3 680	120	3 100	120	2 550	80
17	7 000	100	5 710	100	3 450	50
18	6 030	120	6 220	130	3 280	60
19	4 960	100	6 400	130	2 650	60
20	3 400	100	3 960	130	2 320	70
21	3 260	80	5 220	120	2 520	60
22	3 640	100	4 430	140	1 830	50
23	5 070	90	4 280	90	3 340	60
24	5 380	110	4 880	120	3 880	80
25	2 690	120	3 200	90	1 710	80
26	1 720	70	2 080	80	1 380	60
27	4 240	50	4 970	110	3 070	30
28	4 110	70	3 640	110	3 010	50
Pienin arvo	1 720	50	2 080	80	900	30
Suurin arvo	7 410	170	6 400	160	5 150	110
Keskihajonta	1 508	25	1 184	18	992	20
Keskiarvo	3 950	90	4 220	120	2 570	60

# LIITE 3/8

Kaliumin poisto 28 maitotilalta aikajaksolla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Pellot yht. kg K	kg ha <sup>-1</sup> K	Karja yht. kg K	kg ey <sup>-1</sup> K	Tila yht. kg K	kg ha <sup>-1</sup> K
1	2 790	80	260	10	220	10
2	6 490	170	460	20	400	10
3	3 750	80	500	10	420	10
4	3 750	120	330	10	300	10
5	3 340	150	370	10	1 010	50
6	3 430	110	340	10	750	30
7	4 570	130	320	10	480	10
8	7 660	130	510	10	2 970	50
9	4 120	90	460	10	400	10
10	3 970	110	220	10	330	10
11	3 940	140	250	10	510	20
12	4 410	60	300	10	1 670	20
13	2 470	110	320	10	340	20
14	2 480	80	220	10	240	10
15	3 430	100	330	10	590	20
16	4 300	140	230	10	880	30
17	4 930	70	630	10	880	10
18	5 950	120	490	10	480	10
19	5 320	110	600	10	490	10
20	3 430	100	310	10	320	10
21	2 330	60	350	10	310	10
22	4 150	110	300	10	360	10
23	3 470	60	390	10	480	10
24	4 300	90	350	10	280	10
25	1 870	80	300	10	250	10
26	1 560	60	250	10	210	10
27	3 340	40	440	10	480	10
28	3 880	70	280	10	480	10
Pienin arvo	1 560	40	220	10	210	10
Suurin arvo	7 660	170	630	10	2 970	50
Keskihajonta	1 335	32	112	1	558	11
Keskiarvo	3 910	90	360	10	590	10

# LIITE 3/9

Kaliumin tase 28 maitotilalla aikajaksolla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Pellot yht. kg K	kg ha <sup>-1</sup> K	Karja yht. kg K	kg ey <sup>-1</sup> K	Tila yht. kg K	kg ha <sup>-1</sup> K
1	270	10	3 520	100	2 030	60
2	-2 300	-60	5 690	140	2 330	60
3	1 060	20	4 460	90	3 010	60
4	-1 560	-50	3 320	120	970	30
5	-1 550	-70	4 930	120	1 280	60
6	70	0	2 930	100	390	10
7	1 480	40	4 470	130	2 770	80
8	-2 290	-40	4 400	90	1 370	20
9	-1 400	-30	4 330	130	990	20
10	-1 110	-30	2 460	90	1 940	50
11	-1 340	-50	3 140	130	390	10
12	3 000	40	3 430	110	3 480	50
13	380	20	2 610	90	1 980	90
14	810	20	1 920	80	1 650	50
15	-790	-20	3 390	120	1 700	50
16	-620	-20	2 870	110	1 670	50
17	2 070	30	5 080	90	2 570	40
18	80	0	5 730	120	2 800	50
19	-360	-10	5 800	120	2 160	50
20	-30	0	3 650	120	2 000	60
21	930	20	4 870	110	2 210	50
22	-510	-10	4 130	130	1 470	40
23	1 600	30	3 890	80	2 860	50
24	1 080	20	4 530	110	3 600	70
25	820	40	2 900	80	1 460	70
26	160	10	1 830	70	1 170	50
27	900	10	4 530	100	2 590	20
28	230	0	3 360	100	2 530	40
Pienin arvo	-2 300	-70	1 830	70	390	10
Suurin arvo	3 000	40	5 800	140	3 600	90
Keskihajonta	1 295	31	1 093	18	831	19
Keskiarvo	40	0	3 860	110	1 980	50

# LIITE 4/1

Ostotyypen osuus (%) tyypillisäyksestä 28 maitotilalla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Ostolannoitteiden typen osuus (%)		Ostorehujen typen osuus (%)	
	N-lisäyksestä pelloille	N-lisäyksestä tilalle	N-lisäyksestä karjalle	N-lisäyksestä tilalle
1	78	82	14	15
2	70	78	19	19
3	58	54	29	28
4	61	64	25	20
5	65	49	39	48
6	51	56	34	40
7	62	80	15	14
8	76	69	30	23
9	63	66	24	22
10	75	85	15	11
11	59	79	18	17
12	60	88	17	8
13	79	60	50	37
14	65	83	20	13
15	76	62	34	35
16	77	76	30	20
17	60	78	23	18
18	56	70	29	27
19	69	74	25	22
20	61	72	25	20
21	69	76	22	21
22	59	66	24	29
23	78	78	27	15
24	65	74	23	22
25	66	63	46	34
26	75	69	30	28
27	78	82	33	14
28	82	85	21	11
Pienin arvo	51	49	14	8
Suurin arvo	82	88	50	48
Keskiarvo	67	73	26	22

# LIITE 4/2

Ostofosforin osuus (%) fosforilisäyksestä 28 maitotilalla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Ostolannoitteiden fosforin osuus (%)		Ostorehujen fosforin osuus (%)	
	P-lisäyksestä pelloille	P-lisäyksestä tilalle	P-lisäyksestä karjalle	P-lisäyksestä tilalle
1	54	68	24	30
2	48	62	33	37
3	76	62	47	36
4	63	59	36	39
5	66	47	52	50
6	65	57	51	43
7	62	74	25	24
8	62	54	48	45
9	46	42	42	51
10	75	72	34	27
11	52	68	31	30
12	61	91	29	9
13	55	34	68	65
14	65	79	27	18
15	36	42	45	58
16	76	73	43	25
17	58	69	43	31
18	40	46	41	52
19	60	50	36	46
20	59	62	39	37
21	71	65	35	35
22	49	53	35	44
23	58	54	41	37
24	35	48	34	49
25	44	38	57	61
26	74	65	39	35
27	59	67	52	32
28	74	74	37	26
Pienin arvo	35	34	24	9
Suurin arvo	76	91	68	65
Keskiarvo	59	62	41	37

# LIITE 4/3

Ostokaliumin osuus (%) kaliumlisäyksestä 28 maitotilalla 1.10.1998 - 30.9.1999.

Tilan nro	Ostolannoitteiden kaliumin osuus (%)		Ostorehujen kaliumin osuus (%)	
	K-lisäyksestä pelloille	K-lisäyksestä tilalle	K-lisäyksestä karjalle	K-lisäyksestä tilalle
1	64	87	7	13
2	53	82	8	18
3	53	75	15	24
4	42	72	10	28
5	24	19	16	80
6	15	45	19	55
7	49	91	6	8
8	64	79	16	20
9	32	63	8	34
10	68	86	7	14
11	26	76	6	22
12	66	96	6	4
13	52	64	29	36
14	51	89	9	10
15	58	67	20	33
16	56	81	16	19
17	29	80	12	20
18	39	72	15	27
19	38	71	12	28
20	55	81	10	18
21	60	78	10	22
22	34	68	11	31
23	56	85	11	13
24	53	74	13	25
25	40	63	20	36
26	59	74	14	26
27	54	75	15	24
28	65	88	10	12
Pienin arvo	15	19	6	4
Suurin arvo	68	96	29	80
Keskiarvo	49	77	12	23